

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность): 21.05.02 Прикладная геология
Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

| Тема работы |
|--|
| Инженерно-геологические условия территории рудника Комсомольский и проект инженерно-геологических изысканий под строительство главного производственного корпуса (Красноярский край, Норильский промышленный район) |
| УДК 624.131.3:622.012.2(571.51) |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|---------------------------------|---------|------|
| З-214 Б | Чернова Екатерина Александровна | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Крамаренко В.В. | к.г.-м.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Буровые работы»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Бер А.А. | | | |

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН | Маланина В.А. | к.э.н., доцент | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Гуляев М.В. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Кузеванов К.И. | к.г.-м.н. | | |

Томск – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|--|---|
| <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| P1 | <u>Фундаментальные знания:</u> Применять базовые и специальные математические, естественнонаучные, гуманитарные, социально-экономические и технические знания в междисциплинарном контексте для решения комплексных инженерных проблем |
| P2 | <u>Инженерный анализ:</u> Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа в области поисков, геолого-экономической оценки и подготовки к эксплуатации месторождений полезных ископаемых с использованием современных аналитических методов и моделей. |
| P3 | <u>Инженерное проектирование:</u> Выполнять комплексные инженерные проекты технических объектов, систем и процессов в области прикладной геологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений. |
| P4 | <u>Исследования:</u> Проводить исследования при решении комплексных инженерных проблем в области прикладной геологии, включая прогнозирование и моделирование природных процессов и явлений, постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных. |
| P5 | <u>Инженерная практика:</u> Создавать, выбирать и применять необходимые ресурсы и методы, современные технические и ИТ средства при реализации геологических, геофизических, геохимических, эколого-геологических работ с учетом возможных ограничений. |
| P6 | <u>Специализация и ориентация на рынок труда:</u> Демонстрировать компетенции, связанные с поисками и разведкой подземных вод и инженерно-геологическими изысканиями |
| <i>Универсальные компетенции</i> | |
| P7 | <u>Проектный и финансовый менеджмент:</u> Использовать базовые и специальные знания проектного и финансового менеджмента, в том числе менеджмента рисков и изменений для управления комплексной инженерной деятельностью. |
| P8 | <u>Коммуникации:</u> Осуществлять эффективные коммуникации в профессиональной среде и обществе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты деятельности |
| P9 | <u>Индивидуальная и командная работа:</u> Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных проблем. |
| P10 | <u>Профессиональная этика:</u> Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать нормам |

| | |
|-----|--|
| | профессиональной этики и правилам ведения <i>комплексной инженерной деятельности</i> |
| P11 | <u>Социальная ответственность:</u> Вести комплексную инженерную деятельность с учетом социальных, правовых, экологических и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности, нести социальную ответственность за принимаемые решения, осознавать необходимость обеспечения устойчивого развития. |
| P12 | <u>Образование в течение всей жизни:</u> Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению и непрерывному профессиональному совершенствованию.</i> |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Инженерная школа природных ресурсов

Специальность 21.05.02. Прикладная геология.

Специализация: Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Кузеванов К.И.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

| Группа | ФИО |
|---------------|---------------------------------|
| 3-214Б | Чернова Екатерина Александровна |

Тема работы:

| | |
|--|----------------------|
| Инженерно-геологические условия территории рудника Комсомольский и проект инженерно-геологических изысканий под строительство главного производственного корпуса (Красноярский край, Норильский промышленный район) | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 21.02.2020, №52-58/с |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---------------------------------|---|
| Исходные данные к работе | Фактический фондовый материал изысканий организации АО «Красноярская буровая компания», опубликованная литература, нормативные документы, материалы производственной работы автора. |
|---------------------------------|---|

| | |
|---|---|
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | <p>Комплексное изучение инженерно-геологических условий участка работ, включая рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы и разработка проекта инженерно-геологических изысканий под строительство на стадии проектирования.</p> <p>В проектной части разработать проект изысканий для строительства главного производственного корпуса. Определить основные виды и объемы работ.</p> |
| Перечень графического материала | <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрагмент геологической карты района работ. 2. Карта инженерно-геологических условий участка. 3. Схема основания свайного фундамента. 4. Геолого-технический наряд скважины. 5. Методы определения характеристик пучинистости грунтов |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Маланина В.А. |
| Социальная ответственность | Гуляев М.В. |
| Бурение | Бер А.А. |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 03.02.2020 |
|---|------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | В.В. Крамаренко | к. г. - м.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| 3-214Б | Чернова Е.А. | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------------|
| 3-214Б | Чернова Екатерина Александровна |

| Школа | ИШПР | Отделение | Геологии |
|---------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|
| Уровень образования | дипломированный специалист | Специальность | 21.05.02 Прикладная геология |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения

Объект исследования – поле рудника Комсомольский, расположен в Норильском промышленном районе. Объект расположен на открытом воздухе имеет значительную протяженность. Объект инженерных изысканий расположен в северо-восточной части Норильской мульды, которая носит название гор Хараелах в предгорьях плато Путорано.

Район работ имеет повышенную техногенную нагрузку. Климат резко континентальный.

При проведении работ по организации мониторинга окружающей среды планируется проводить комплексные работы (геологические, гидрогеологические). Данные работы могут сопровождаться проявлением вредных и опасных факторов производственной среды для человеческого организма. Возможно оказание негативного воздействия на окружающую среду. Также не исключено возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного и социального характера.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1 Вредные факторы в полевой этап работы на участке работ:

1. Неудовлетворительные метеоусловия;
2. Повышенный уровень шума;
3. Повышенный уровень вибрации;
4. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми.

Вредные факторы в камеральный период:

1. Неудовлетворительные метеоусловия;
2. Низкая освещенность;
3. Повышенная запыленность;
4. Тяжесть и напряженные трудовые условия на ПК.

1.2 Опасные факторы в полевой этап работы:

1. Движущийся технологический транспорт, производственное оборудование;
2. Поражение электрическим током;
3. Опасность возникновения пожаров.

Опасные факторы в камеральный период на участке работ:

1. Поражение электрическим током;
2. Опасность возникновения пожаров.

2. Экологическая безопасность

В ходе работ не будет оказываться влияние на селитебную территорию.

Воздействие на атмосферу:

- выбросы в воздух от технологического транспорта;

Воздействие на гидросферу:

- загрязнение производственными водами при бурении;

| | |
|--|--|
| | <p>-нарушение целостности водоносных горизонтов при повреждении водоупоров буровыми работами, а также при проведении опытно-фильтрационных откачек;</p> <p>-попадание нефтепродуктов от технологического транспорта в водотоки;</p> <p>Воздействие на литосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нарушение целостности в результате бурения; - уничтожение почвенного слоя сельскохозяйственных угодий при бурении скважин; - загрязнение почвы нефтепродуктами; - загрязнение почвы производственными отходами и мусором; <p>Решения по обеспечению экологической безопасности:</p> <p>Воздействие на атмосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не оставлять технику работающей без необходимости. <p>Воздействие на гидросферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, уничтожение или захоронение мусора; - ликвидационный тампонаж буровых скважин; - оборудование скважин оголовками. <p>Воздействие на литосферу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рекультивация скважин; - рациональное планирование мест и сроков проведения работ; - рекультивация земель; - сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники; - вывоз и захоронение производственных отходов. <p>Решения по обеспечению экологической безопасности:</p> <p>Для выбора мероприятий по обеспечению экологической безопасности использованы следующие НТД:</p> <p>ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод</p> <p>ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения</p> <p>ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения</p> <p>ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения</p> <p>Основные мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ликвидация скважин в соответствии с правилами ликвидационного тампонажа; - порода, выбуренная из скважины, ликвидируется в зумпфе путем засыпки глиной и песком; - воды при откачках скапливать в отстойниках на буровой; - бурение проводить в замкнутой системе, во избежание попадания промывочной жидкости в поверхностные водотоки; - емкости с ГСМ должны быть герметичными и исключают возможность разлива; - для предотвращения пожаров необходимо придерживаться правил пожарной безопасности; - вырубленная древесина должна увозиться с собой, сучья сжигаться; - реагенты для проведения экспресс-анализов должны быть упакованы герметично; - работа транспорта должна нормироваться. |
| <p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p> | <p>При проведении работ возможны следующие ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пожары; - ЧС в связи с неправильной эксплуатацией |

| | |
|--|--|
| | <p>технологического транспорта и оборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> - ЧС в связи с несоблюдением техники безопасности при проведении работ. <p>Наиболее типичны пожары.</p> <p>Превентивные меры:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проведение первичного и вторичного инструктажей; - у огнеопасных объектов должны быть вывешены плакаты предупреждения: «Огнеопасно!», «Огнеопасно, не курить!»; - двери эвакуационных выходов должны быть освобождены и свободно открываться; - территория проведения работ должна содержаться в порядке, систематически вывозиться мусор; <ul style="list-style-type: none"> - территория вокруг буровой на участке работ очищается от сухой травы, кустарника в радиусе 15 м; - исключить возможность загрязнения территории горючими жидкостями; - на территории расположения буровой разместить стенд с противопожарным оборудованием. <p>Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий:</p> <p>Пожар в производственном помещении.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сообщить о пожаре по телефону «01»; - Оповещение о ситуации сотрудников; - Организованная эвакуация сотрудников; - Отключение электроэнергии по возможности; - Остановка всех работ, кроме работ по ликвидации пожара; - Параллельно вышеперечисленным мероприятиям своими силами и имеющимися средствами пожаротушения принять меры по устранению пожара. <p>Пожар на буровой.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сообщить о пожаре по телефону «01»; - Остановить все производственные работы» - Принять неотложные меры по тушению возгорания; - Использовать противопожарные средства в соответствии с горящим веществом. |
| <p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> | <ul style="list-style-type: none"> - сотрудники обязаны проходить первичный и вторичный инструктаж (ГОСТ 12.4.026-2015); - сотрудникам должна быть предоставлена специальная одежда, средства индивидуальной защиты (ГОСТ 12.4.011-89); - обязателен нормированный рабочий день (ст.94 Федерального закона от 30.06.2006 N 90-ФЗ); - производственные машины должны быть в исправленном техническом состоянии (ГОСТ 12.2.003-91); - места проведения работ должны быть оборудованы в соответствии с требованиями пожарной и электробезопасности (ГОСТ 12.1.004-91, СП 112.13330.2012) |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Гуляев М.В. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| З-214Б | Чернова Е.А. | | |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------------|
| 3-214Б | Чернова Екатерина Александровна |

| Школа | ИШПР | Отделение | Геологии |
|---------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|
| Уровень образования | дипломированный специалист | Специальность | 21.05.02 Прикладная геология |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения»:

| | |
|---|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих. | Рассчитать сметную стоимость проектируемых работ на инженерно-геологические изыскания. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов. | Справочник базовых цен на инженерно-геологические работы. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования. | Нормативно-правовые акты различной юридической силы. |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|---|
| 1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР). | Свод видов и объема работ на инженерно-геологические изыскания. |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований. | Условия производства. |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. | Общий расчет сметной стоимости. |

выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН | Маланина В.А. | к.э.н., доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| 3-214Б | Чернова Е.А. | | |

Реферат

Дипломная работа 123 с., 35 рис., 47 табл., 96 источников, 5 листов графического материала.

Ключевые слова – инженерная геология, инженерно-геологические условия, физико-механические свойства грунтов, мерзлые грунты, промышленный район г. Норильска.

Объект разработки – инженерно-геологические условия территории рудника «Комсомольский» и проект инженерно-геологических изысканий для расширения добычи медистых руд (Красноярский край, Норильский промышленный район)».

Цель проекта – анализ инженерно-геологических условий территории рудника «Комсомольский», изучение состава, состояния и свойств грунтов, геологических процессов и явлений, обоснование оптимальных видов работ, их объемов и методики изысканий для получения достоверной инженерно-геологической информации.

Проведен анализ и обобщение литературных сведений и фактического инженерно-геологического материала ранее проведенных исследований.

Разработан проект на строительство главного производственного корпуса (ГПК-13) в Норильском промышленном районе.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2016, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2010.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Реферат | 10 |
| Оглавление | 11 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ПРИНЯТЫХ В ТЕКСТЕ | 13 |
| Введение | 14 |
| 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ | 15 |
| ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА | 15 |
| 1.1 Физико-географические условия | 15 |
| 1.2 Климатическая характеристика | 19 |
| 1.3 Изученность инженерно-геологических условий | 29 |
| 1.4 Геологическое строение района | 31 |
| 1.5. Магматизм..... | 34 |
| 1.6 Тектоника | 35 |
| 1.7 Полезные ископаемые..... | 37 |
| 1.6 Гидрогеологические условия..... | 39 |
| 1.7 Геологические процессы и явления | 40 |
| 1.8 Общая инженерно-геологическая характеристика района | 41 |
| 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ..... | 43 |
| Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ | 43 |
| 2.1 Рельеф участка | 43 |
| 2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости | 44 |
| 2.3 Физико-механические свойства грунтов | 45 |
| 2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012) | 45 |
| 2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012) | 46 |
| 2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов | 49 |
| 2.4 Гидрогеологические условия..... | 52 |
| 2.5 Геологические процессы явления на участке..... | 53 |
| 2.6 Геокриологические условия | 54 |
| 2.7 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка | 55 |
| 2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений | 56 |
| 3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ..... | 57 |
| Проект инженерно-геологических изысканий на участке | 57 |
| 3.1 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания | 57 |
| Конкретные задачи изысканий | 57 |
| 3.1.2 Расчет несущей способности сваи-стойки | 59 |
| 3.3 Методика проектируемых работ | 69 |
| Топогеодезические работы | 69 |

| | |
|--|-----|
| | 12 |
| <i>Буровые работы</i> | 69 |
| <i>Конструкция инженерно-геологических скважин</i> | 70 |
| <i>Выбор способа бурения</i> | 71 |
| <i>Выбор буровой установки</i> | 71 |
| <i>Полевые исследования грунтов</i> | 75 |
| <i>Опробование грунтов</i> | 75 |
| 4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ | 88 |
| 4.1 Производственная безопасность | 89 |
| 4.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению | 91 |
| 4.2.1 Полевой этап | 91 |
| 4.2.2 Лабораторный и камеральный этапы | 93 |
| 4.3 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению | 95 |
| 4.3.1 Полевой этап | 95 |
| 4.3.2 Лабораторный и камеральный этапы | 98 |
| 4.4 Экологическая безопасность | 103 |
| 4.4.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 105 |
| 4.4.2 Пожарная и взрывная безопасность | 105 |
| 4.4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера | 107 |
| 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ | 109 |
| 5.1 Технический план видов и объемов проектируемых работ | 109 |
| Сводная таблица видов и объемов работ | 109 |
| 5.2 Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ | 111 |
| <i>Топогеодезические работы</i> | 111 |
| <i>Полевые работы</i> | 112 |
| <i>Лабораторные работы</i> | 113 |
| <i>Камеральные работы</i> | 113 |
| Заключение | 118 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 119 |
| <i>Фондовая литература</i> | 119 |
| <i>Нормативная литература</i> | 119 |
| <i>Опубликованная литература</i> | 122 |
| Графические приложения | |
| Лист 1. Фрагмент карты четвертичных образований района работ | |
| Лист 2. Инженерно-геологическая карта района работ | |
| Лист 3. Расчетная схема основания свайного фундамента | |
| Лист 4. Геолого-технический наряд на бурение инженерно-геологической скважины | |
| Лист 5. Методы определения характеристик пучинистости грунтов | |

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ПРИНЯТЫХ В ТЕКСТЕ

МО – муниципальное образование

ПК – пусковой комплекс

ЦРП – центральный распределительный пункт

ГПК – главный производственный корпус

АБК – административно-бытовой корпус

ММП – многолетнее мерзлые породы

СТС – сезонно-талый слой

ИВК – измерительно-вычислительный комплекс

НПР – Норильский промышленный район

Введение

Данная работа представляет собой проект инженерно-геологических исследований участка рудника Комсомольский для строительства главного производственного корпуса (ГПК-13) расположенного на юге Таймырского полуострова на территории Норильского промышленного района в промышленной зоне г. Норильска.

Целью данного проекта является комплексное изучение инженерно-геологических условий участка работ, включая рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы и разработку проекта инженерно-геологических изысканий под строительство на стадии проектирования.

Главной задачей является получение достаточной информации о свойствах геологической среды, инженерно-геологических условиях участка проектирования, в пределах рассчитанной сферы взаимодействия, а также выбор оптимальных методов исследования, обеспечивающих достоверность и надежность полученных данных, необходимых для проектирования.

В работе над проектом были использованы результаты исследований, выполненных на предшествующих стадиях изыскательских работ, на основе фондовых материалов, приуроченных к строительству промышленных объектов рудника Комсомольский, нормативная и справочная литература.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Физико-географические условия

Район работ расположен на территории Норильского промышленного района, на юге Таймырского полуострова (рисунок 1.1) в пределах Хантайско-Рыбнинского вала (рисунок 2), входящей в состав Среднесибирского плоскогорья. На правом берегу реки Норилки, у подножия Талнахских гор, в 25 км к северо-востоку от г. Норильска.

Основными орографическими элементами исследуемого района являются плато Хараелах и Норильское, входящие в состав Средне-Сибирского плоскогорья и разделяющий их Хантайско-Рыбнинский вал.

Район работ непосредственно расположен у подножия горных склонов Норильского и Хараелахского плато, в предгорной части южных отрогов плато Хараелах, в пределах лесной гряды, являющейся водоразделом рек Талнах и Хараелах.

Гидрографическая сеть исследуемого района представлена р. Талнах, которая протекает к востоку в 1,6 км от участка изысканий с общим направлением на юго-запад до впадения в реку Норилка.

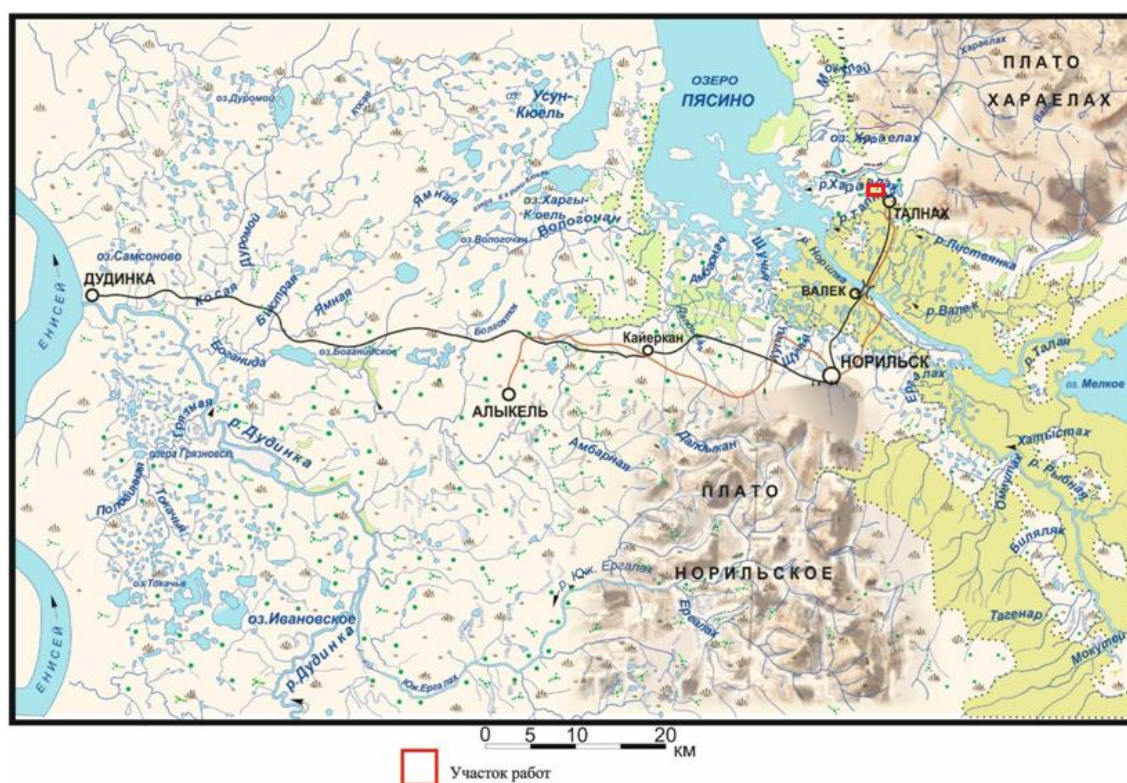


Рисунок 1.1 – Обзорная карта Норильского района

Город Норильск с населением Центрального района 130 тыс. человек, в районах Талнах и Кайеркан проживает около 70 тыс. человек.

Связь городов Норильского промышленного района с центральными районами России осуществляется авиатранспортом через аэропорт «Алыкель», расположенный в 34,5 км от г. Норильска.

Кроме воздушного сообщения основная доставка грузов производится морским и речным путем через аэропорт Дудинку по Севморпути круглогодично, а в летний период по реке Енисей.

Норильский промышленный район в настоящее время является наиболее изученным и промышленно освоенным на территории Таймыра. Здесь разведаны и эксплуатируются уникальные месторождения медно-никелевых руд, месторождения горючих полезных ископаемых: газа, угля, нерудных и общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод (рисунок 1.2).

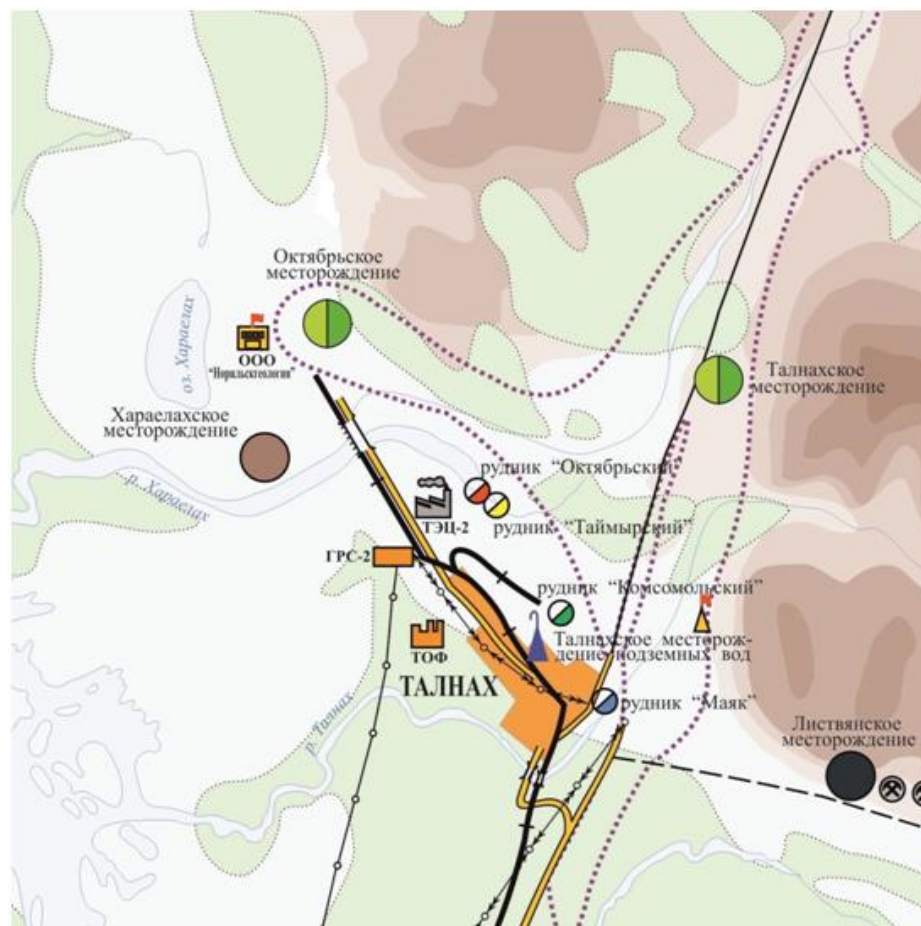





















Рисунок 1.2 – Схематическая географо-экономическая карта

Условные обозначения:

-  – железные дороги
-  – шоссейные дороги
-  – грунтовые дороги
-  – зимние дороги
-  – линии электропередач (Норильск-Дудинка, Норильск – Талнах)
-  – газопровод Мяссояха-Норильск
-  – промышленный объект
-  ГРС – Газораспределительные станции

-  – положение основных стволов рудника «Комсомольский»
 -  – положение основных стволов рудника «Таймырский»
 -  – положение основных стволов рудника «Октябрьский»
 -  – положение основных стволов рудника «Маяк»
 -  – устья разведочных штолен
- Месторождения медно-никелевых руд:
-  – эксплуатируемые
 -  – каменноугольные месторождения
 -  – месторождение строительных материалов Хараелахское (песчано-гравийно-галечные смеси)
 -  – Талнахское месторождение подземных вод
 -  – контуры рудоносных интрузий
 -  – ООО Норильскгеология»

Шоссейными и железными дорогами все города МО «Город Норильск» связаны между собой, а также с аэропортом Алыкель (50 км к западу от г. Норильска), способным принимать практически все типы самолетов, и аэропортом Валек (между гг. Норильск и Талнах), где базируются самолеты АН-3, вертолеты МИ-2, МИ-8. На р. Енисей в г. Дудинке (95 км к западу от г. Норильска) круглогодично функционирует морской и речной порт.

Вдоль транспортных коммуникаций МО «Город Норильск» проложены газопроводы, соединяющие промышленные предприятия с промыслами левобережья р. Енисей – действующим Северо-Соленинским и обустриваемым Пеляткинским газоконденсатными месторождениями. В МО «Город Норильск» функционируют три ТЭЦ, работающие на сырье газовых месторождений. Энергетическая база обеспечена, помимо природного газа, электроэнергией с Хантайской и Курейской ГЭС.

Территория Норильского промышленного района относится к зоне распространения многолетней мерзлоты. Почва тундрово-глеевая.

Рельеф района изысканий представлен равнинными, низкогорными, аккумулятивно-денудационными формами. На территории распространены тундровые, таежно-редколесные и безлесные участки.

Поверхность рельефа на объектах изысканий по данным прошлых лет изменена в процессе ее застройки и инженерной подготовки территории [1]. Планировка поверхности выполнена срезкой последующей подсыпкой. Абсолютные отметки поверхности в районе работ изменяются от 110,17 до 110,80 м.

В работе прошлых лет отмечены участки с различной степенью техногенной нагрузки, к которым относятся: трассы коммуникаций различных назначений на эстакадах, автомобильные дороги, линии электропередач, гаражи, производственные цеха, надшахтные здания, АБК.

Техногенные воздействия объектов на природную и геологическую среду связаны со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений, что проявляется в повреждении и уничтожении почвенно-растительного слоя, нарушении целостности рельефа, загрязнении почвенного слоя, искусственном изменении рельефа местности при планировке, изменении температурного режима грунтов в основании зданий и сооружений.

На застроенных участках в районе объектов изысканий грунты в основании зданий и сооружений используются как по I, так и по II принципу [1].

1.2 Климатическая характеристика

Норильский промышленный район расположен севернее полярного круга в южной части Таймырского полуострова.

К основным факторам, определяющим климат на территории изысканий, относится:

- 1) влияние арктических холодных воздушных масс и атлантической циклональной деятельности.
- 2) географическое положение в высоких широтах, открытость территории с севера и юга.

Взаимодействие этих факторов вызывает быструю смену циклонов и антициклонов, что способствует частым изменениям погоды. Увлажнение территории почти целиком зависит от влаги, переносимой с запада. Влияние континента выражается в частой повторяемости антициклональной погоды и интенсивной трансформации воздушных масс летом и зимой.

Общие черты климатического режима можно охарактеризовать следующим образом: суровая продолжительная зима, устойчивый снежный покров, сравнительно короткое прохладное лето. Переходные сезоны – осень и особенно весна очень короткие. Большая часть осадков выпадает в теплый период года. На состояние атмосферы над рассматриваемой территорией преобладающее влияние оказывает арктический антициклон, климат рассматриваемого района отличается резкой континентальностью.

Осень наступает в середине августа и длится до начала октября. Осенняя погода преимущественно пасмурная, сырая и холодная. Зима начинается с октября и продолжается до конца мая, начало июня. Хорошо развитая в холодный период циклоническая деятельность вызывает частые усиления ветра, сопровождающиеся метелями.

Наращение среднесуточных температур весной, обусловлено увеличением продолжительности солнечного дня, происходит очень быстро. Весна длится меньше месяца. В весенний период, когда происходят вторжение арктического воздуха, наблюдаются возвраты холодов и метелей. В конце июня наступает лето, обычно продолжающееся чуть больше полутора месяца. Продолжительность безморозного периода составляет около 80 дней.

Климатическая характеристика рассматриваемого района работ приводится по данным наблюдений метеостанции Норильск.

Климат субарктический, резко континентальный, 2/3 года среднемесячные температуры воздуха отрицательные, безморозные только июнь, июль и август. Особенность зимы – сочетание низких температур и сильного шквального ветра (мороз до минус 50°C и ветер 24 м/с).

Характерным для района является частая и резкая смена погоды, неопределенность общеустановленных сезонов. Переходные сезоны – весна, осень – непродолжительны; для них характерны резкое повышение и, соответственно, понижение температуры в течение небольшого промежутка времени (две-три недели).

Территория, где находится исследуемый участок изысканий, расположен в поясе полярных широт Восточной Сибири и характеризуется резко континентальным климатом с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. По данным СП 131.13330.2018 (актуализированная редакция СНиП 23-01-99*) по климатическому районированию для строительства данный изысканий относится к I району, подрайон I Б (рисунок 1.3) [3]. Климатическая характеристика района составлена по данным научно-

прикладного справочника по климату СССР, Выпуск 21. Ленинград, Гидрометеиздат, 1990 с учетом данных по м/ст. Норильск [75].

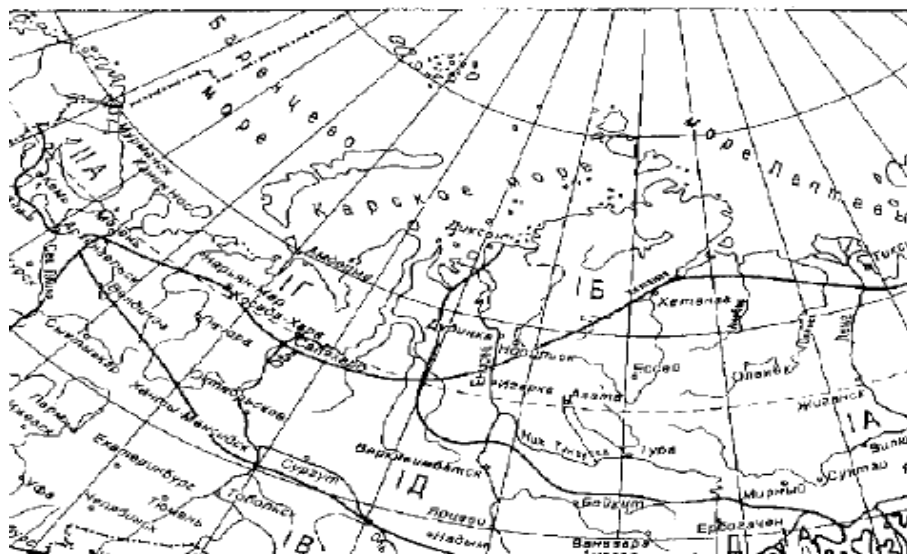


Рисунок 1.3 – Схематическая карта климатического районирования для строительства [3]

Основные черты климата в пределах исследуемой территории определяются своеобразной циркуляцией атмосферы над данным районом, расположенным в центральной области евроазиатского материка, влиянием Северного Ледовитого океана и его морей, а также характером рельефа. Над изучаемой территорией перенос воздушных масс обычно осуществляется в направлении с запада на восток, однако временами наблюдаются выходы циклонов с юга или с юго-запада, обуславливающие нередко обильные осадки. Осенью сюда чаще вторгаются воздушные массы, приходящие с севера – со стороны Баренцево и Карского морей. При этом арктические воздушные массы с малым влагосодержанием могут проникать из Центральной Арктики в любое время года. В зимний период в декабре – феврале, циклоническая деятельность проявляется слабо, так как в это время развивается устойчивый мощный сибирский антициклон, поэтому зима на данной территории холодная. Иногда в зимний период, когда проникают более теплые и влажные атлантические воздушные массы, происходит потепление, и выпадают более обильные осадки в виде снега, возможны метели и сильные ветра.

Циклоническая деятельность более развита в западной части бассейна р. Енисей. Восточнее р. Енисей, отмечается ослабление облачности, уменьшение количества осадков и замедление скорости ветра. Весьма существенное влияние на климат оказывают географическое положение хребтов или экспозиция склонов относительно движения влажных воздушных масс, долины крупных рек (таких как Енисей, Пясина), поэтому в некоторых районах исследуемой территории возможен свой микроклимат и отклонения величин климатических параметров от среднесезонных. Участок изысканий по широтной зональности относится к зоне тундры.

Температура воздуха. Показателем теплового режима является среднегодовая температура воздуха, которая по данным метеостанции Норильск составляет минус 9,6°C. В связи с преобладающей в зимнее время антициклональной погодой на данной территории наблюдаются сильные морозы. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет минус 53°C. Абсолютный максимум температуры воздуха составляет плюс 32°C (таблица

1.1). Отопительный период длится 302 дней, средняя температура отопительного периода минус 14,6°C (таблица 1.2). Расчетная температура воздуха самых холодных суток и пятидневки обеспеченностью 0,98 и 0,92 приводится в таблице 1.2. Средние даты наступления и прекращения устойчивых морозов и продолжительность безморозного периода приводится в таблице 1.3. Самый холодный месяц на данной территории района является январь со среднемесячной температурой воздуха минус 27,0°C. Самый теплый летний месяц июль, со среднемесячной температурой воздуха 14,1°C. Продолжительность безморозного периода составляет в среднем 80 дней.

Таблица 1.1
Температура воздуха, °C

| Наименование метеостанции | Месяцы | | | | | | | | | | | | Год |
|--|--------|-------|-------|-------|------|-----|------|------|-----|------|-------|-------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Среднемесячная и годовая температура воздуха, °C | | | | | | | | | | | | | |
| Норильск | -27,0 | -26,5 | -21,6 | -14,1 | -5,1 | 6,2 | 14,1 | 10,7 | 3,7 | -8,7 | -21,7 | -25,2 | -9,6 |
| Абсолютный минимум температуры воздуха, °C | | | | | | | | | | | | | |
| Норильск | -53 | -52 | -46 | -37 | -25 | -11 | 0 | -3 | -14 | -38 | -48 | -52 | -53 |
| Абсолютный максимум температуры воздуха, °C | | | | | | | | | | | | | |
| Норильск | -2 | -1 | 2 | 9 | 15 | 29 | 32 | 28 | 23 | 12 | 7 | 0 | 32 |

Таблица 1.2
Расчетная температура воздуха, °C

| Наименование характеристики | P% | м.ст. Норильск |
|---|-------|----------------|
| Температура воздуха наиболее холодных суток, °C, обеспеченностью | 0,98 | -53 |
| | 0,92 | -51 |
| Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °C, обеспеченностью | 0,98 | -48 |
| | 0,92 | -47 |
| Продолжительность отопительного периода (дни) | ≤ 8°C | 302 |
| Средняя температура воздуха °C отопительного периода | | -14,6 |

Устойчивый переход температуры воздуха через 0°C, определяющий наступление весны в тундровой зоне происходит в конце мая. Наступление зимы, связанное с устойчивым переходом температур через минус 5°C вступает в свои права в среднем в начале октября. Ниже в таблице 1.3 приводятся характерные даты первого и последнего заморозка на исследуемой территории района изысканий.

Таблица 1.3
Даты первого и последнего заморозка

| Дата последнего заморозка | | | Дата первого заморозка | | | Продолжительность безморозного периода, дни | | |
|---------------------------|--------|---------|------------------------|---------|---------|---|---------|---------|
| средняя | ранняя | поздняя | средняя | ранняя | поздняя | средняя | наимен. | наибол. |
| 15.VI | 31.V | 05.VII | 04.IX | 13.VIII | 28.IX | 80 | 52 | 106 |

В таблице 1.4 приводятся средние даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже 0 °C, 5 °C и 10 °C весной и осенью.

Таблица 1.4

Даты устойчивых межсезонных переходов

| | Выше -5°C | Выше 0 °C | Выше10 °C | Ниже 10 °C | Ниже 0°C | Ниже -5 °C |
|--------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| Весной | 16.05 | 29.05 | 22.06 | | | |
| Осенью | | | | 18.08 | 24.09 | 06.10 |

Температура почвы. Первые заморозки на поверхности почвы начинаются в среднем в конце августа, последние заморозки заканчиваются в конце второй декады июня. Промерзание почвы наступает в октябре, весеннее оттаивание происходит в начале июля. Среднегодовая температура поверхности почвы составляет минус 10°C, абсолютный максимум температуры поверхности почвы 48°C, абсолютный минимум минус 53°C. Средняя продолжительность безморозного периода на поверхности почвы колеблется в пределах 68 дней. Характерные температуры поверхности почвы по ближайшим метеостанциям приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Температура поверхности почвы, °C

| Тип почвы | Месяцы | | | | | | | | | | | | Год |
|--|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Среднемесячная и годовая температура поверхности почвы, °С | | | | | | | | | | | | | |
| Горно-тундровая | -30 | -29 | -22 | -14 | -5 | 7 | 16 | 12 | 3 | -10 | -22 | -25 | -10 |
| Абсолютныйминимум температуры поверхности почвы, °С | | | | | | | | | | | | | |
| Горно-тундровая | -51 | -53 | -51 | -42 | -28 | -14 | -1 | -7 | -16 | -40 | -46 | -51 | -53 |
| Абсолютныймаксимум температуры поверхности почвы, °С | | | | | | | | | | | | | |
| Горно-тундровая | -4 | -2 | 2 | 8 | 23 | 42 | 48 | 41 | 26 | 16 | 1 | -1 | 48 |

В таблице 1.6 приводятся характерные даты первого и последнего заморозка на поверхности почвы в исследуемом районе по ближайшей метеостанции.

Таблица 1.6

Даты первого и последнего заморозка на поверхности почвы

| Дата последнего заморозка | | | Дата первого заморозка | | | Продолжительность безморозного периода, дни | | |
|---------------------------|--------|---------|------------------------|---------|---------|---|---------|---------|
| средняя | ранняя | поздняя | средняя | ранняя | поздняя | средняя | наимен. | наибол. |
| 20.VI | 07.VI | 06.VII | 28.VIII | 07.VIII | 25.IX | 68 | 31 | 92 |

В условиях многолетней мерзлоты глубина сезонного промерзания грунта может довольно резко меняться в зависимости от экспозиции склона, залесенности, увлажненности и типа грунта. Полное оттаивание мерзлого грунта обычно заканчивается после прохождения весеннего половодья, но в отдельные годы может быть приурочено к моменту прохождения пика весеннего половодья. По данным ближайшей метеостанции устойчивое промерзание почвы на данной территории наступает в октябре, частичное оттаивание происходит в конце июня - начале июля.

Снежный покров. Появление снежного покрова на данной территории района изысканий происходит в среднем в начале третьей декады сентября. Устойчивый снежный

покров устанавливается в начале октября. В течение первой половины октября снегом покрывается вся тундровая зона. Начиная с октября, происходит постепенное увеличение мощности снежного покрова. Наибольшей высоты снежный покров достигает в середине марта - начале апреля, после чего начинается медленное уменьшение и в последних числах мая происходит интенсивное таяние снега. Средняя высота снежного покрова за год составляет в среднем на различных участках 35 - 50 см, максимальная достигает 0,8 - 0,9 м. (таблица 1.8, 1.9). Продолжительность снежного покрова составляет в среднем 244 дня (таблица 1.7). Устойчивый снежный покров начинает разрушаться в середине третьей декады мая после наступления дневных положительных температур и полностью сходит в среднем в начале июня.

Таблица 1.7

Число дней со снежным покровом, даты образования и схода устойчивого снежного покрова

| Дата образования устойчивого снежного покрова | | | Дата схода снежного покрова | | | Число дней со снежным покровом |
|---|--------------|---------|-----------------------------|--------------|---------|--------------------------------|
| средняя | самая ранняя | поздняя | средняя | самая ранняя | поздняя | |
| 02.X | 20.IX | 17.X | 05.VI | 20.V | 27.VI | 244 |

Таблица 1.8

Средняя декадная и наибольшая высота снежного покрова по постоянной рейке

| месяцы, декады | | | | | | | | Наибольшая высота за зиму, см | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|-------------------------------|-------|------|
| X 1 2 3 | XI 1 2 3 | XII 1 2 3 | I 1 2 3 | II 1 2 3 | III 1 2 3 | IV 1 2 3 | V 1 2 3 | Сред. | Макс. | Мин. |
| (открытое место установки рейки), см. | | | | | | | | | | |
| 4 | 11 | 16 | 22 | 21 | 22 | 23 | 16 | 35 | 86 | 7 |
| 6 | 14 | 18 | 21 | 20 | 21 | 22 | 14 | | | |
| 9 | 15 | 20 | 21 | 22 | 22 | 19 | 8 | | | |

Таблица 1.9

Высота снежного покрова по снегомерным съемкам, см

| месяцы, декады | | | | | | | | Наибольшая высота за зиму, см | | |
|-----------------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|-------------------------------|-------|------|
| X 1 2 3 | XI 1 2 3 | XII 1 2 3 | I 1 2 3 | II 1 2 3 | III 1 2 3 | IV 1 2 3 | V 1 2 3 | Сред. | Макс. | Мин. |
| (участок - поле), см. | | | | | | | | | | |
| 12 | 30 | 36 | 36 | 37 | 41 | 40 | 35 | 53 | 80 | 30 |
| 18 | 31 | 38 | 36 | 40 | 42 | 40 | 28 | | | |
| 25 | 33 | 38 | 38 | 40 | 41 | 38 | 14 | | | |

В целом высота снежного покрова в горной равнинной части района колеблется в пределах 0,4-0,8 м, а в ущельях, у подножий гор, у берегов рек высота снежного покрова может достигать и до 5-6 м.

Средняя плотность снежного покрова при наибольшей декадной высоте равна в поле 250 кг/м³, наибольший запас воды в снежном покрове составляет 200 мм при среднем – 140 мм.

Объемы снеготранспорта для зимы с максимальной продолжительностью метелей составляет за весь период наблюдений $600 \text{ м}^3/\text{м}$. За расчетный период 1985-2012 года объем снеготранспорта составляет $706 \text{ м}^3/\text{м}$. Наибольшая декадная высота снежного покрова за зиму 5 % обеспеченности для района изысканий на открытом месте равна 90 см.

По весу снежного покрова согласно СП 20.13330.2016 (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*) участок изысканий относится к малоизученным районам (приложение Ж, карта 1), где расчетное значение веса снежного покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности устанавливается по данным Росгидромета и составляет 2,3 кПа (230 кгс/м^2) для данного района [4].

Ниже в таблице 1.10, 1.11 приводится плотность снежного покрова и запас воды в снеге по снегомерным съемкам на последний день декады.

Таблица 1.10
Плотность снежного покрова по снегомерным съемкам, (кг/м^3)

| Участок | месяцы, декады | | | | | | | | Средняя при наибольшей декадной высоте |
|---------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | X | XI | XII | I | II | III | IV | V | |
| | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | |
| поле | 130 | 200 | 220 | 250 | 270 | 260 | 270 | 300 | 250 |
| | 160 | 220 | 220 | 260 | 250 | 260 | 290 | 310 | |
| | 180 | 220 | 240 | 260 | 260 | 270 | 290 | 330 | |

Таблица 1.11
Запас воды в снежном покрове по снегомерным съемкам, мм

| месяцы, декады | | | | | | | | Наибольший за зиму | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---|----|---|---|-----|---|--------------------|----|---|---|-----|---|---|-----|---|---|-----|---|---|-----|--|--|-------|-------|------|
| X | | | XI | | | XII | | | I | | | II | | | III | | | IV | | | V | | | Сред. | Макс. | Мин. |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | | | | |
| (участок - поле), мм. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | 60 | | | 76 | | | 89 | | | 101 | | | 106 | | | 110 | | | 117 | | | 140 | 200 | 80 |
| 30 | | | 63 | | | 80 | | | 94 | | | 96 | | | 111 | | | 113 | | | 90 | | | | | |
| 44 | | | 74 | | | 89 | | | 99 | | | 103 | | | 110 | | | 113 | | | 52 | | | | | |

Осадки. Количество осадков на данной территории преобладает над испарением. Среднегодовое количество осадков на исследуемой территории зависит не только от проникновения воздушных масс, но и от высоты рельефа местности и экспозиции горных хребтов или склонов, и колеблется в среднем в пределах 479 мм в год. Годовая величина испарения с водной поверхности составляет 200-300 мм.

Наибольшее количество осадков выпадает в летне-осенний период, с июля по сентябрь до 60 мм в месяц (таблица 1.12 – 1.13). Осадки в летне-осенний период носят характер иногда затяжных дождей, реже гроз с короткими сильными ливнями. Наименьшее количество осадков до 165 мм выпадает в зимний период с ноября по март.

Таблица 1.12
Месячное, годовое количество осадков с поправками на смачивание, мм

| Месяцы | | | | | | | | | | | | | | год |
|--------|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|--------|------|-----|
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | XI-III | IV-X | |
| 36 | 23 | 27 | 26 | 30 | 46 | 51 | 54 | 62 | 45 | 40 | 39 | 165 | 314 | 479 |

Таблица 1.13

Месячное и годовое количество жидких, твердых и смешанных осадков, мм

| Вид осадков | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | год |
|-------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| жидкие | | | | 1 | 8 | 40 | 51 | 54 | 46 | 5 | | | 205 |
| твердые | 36 | 23 | 26 | 19 | 9 | | | | 4 | 28 | 38 | 39 | 222 |
| смешанные | | | 1 | 6 | 13 | 6 | | | 12 | 12 | 2 | | 52 |

Суточный наблюденный максимум осадков в исследуемом районе изысканий по данным метеостанции Норильск за многолетний период составляет 47 мм. Суточный максимум осадков 1% обеспеченности – 49 мм/сутки.

Влажность воздуха. Наибольшая упругость водяного пара наблюдается в июле-августе в период выпадения наибольшего количества осадков и достигает 9,7-11,0 мб (гПа). Зимой в декабре-феврале отмечаются наименьшие значения упругости водяного пара в воздухе, составляющие на данной территории 0,7-0,9 мб (гПа). Среднегодовая упругость водяного пара составляет 3,9 мб (гПа). Относительная влажность имеет суточный и годовой ход. Наибольшие ее значения наблюдаются в осенний период, составляя 78-81%. Летом в связи с повышением температуры воздуха величина относительной влажности уменьшается до 68-73%. Дефицит влажности (насыщения) воздуха весной быстро возрастает и в июне уже достигает в среднем 3,3 мб (гПа). Наибольший дефицит влажности достигает максимума в июле, составляя в среднем 6,5 мб (гПа). После наступления максимума происходит постепенное уменьшение дефицита влажности воздуха, достигая своих минимальных значений в зимние месяцы до 0,2 мб (гПа), (таблица 1.14).

Таблица 1.14

Среднее месячное и годовое: 1) парциальное давление водяного пара (гПа), 2) относительная влажность воздуха (%), 3) дефицит насыщения (гПа)

| Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1) гПа | 0,7 | 0,7 | 1,1 | 1,9 | 3,4 | 6,8 | 11,0 | 9,7 | 6,5 | 3,0 | 1,2 | 0,9 | 3,9 |
| 2) % | 77 | 77 | 77 | 76 | 77 | 73 | 68 | 75 | 81 | 81 | 78 | 77 | 76 |
| 3) гПа | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 3,3 | 6,5 | 3,7 | 1,8 | 0,7 | 0,3 | 0,2 | 1,6 |

Ветер. В течение года преобладающими направлениями ветра являются ветры восточных и юго-восточных румбов, повторяемость которых за год составляет 23 и 20%. Средняя годовая скорость ветра составляет 5,4 м/с. В зимний период в основном господствуют ветры восточных и юго-восточных направлений и частично ветры западного направления. В летний период в этой части района преобладают ветры западного, северо-западного направлений и частично юго-восточного направления.

Данные по ветровому режиму для исследуемой территории приводятся в таблице 1.15 – 1.16, розы ветров за характерные периоды на рисунке 1.4. Максимальная скорость ветра чаще наблюдается в декабре, январе составляя 34-40 м/с при порывах до 44 м/с.

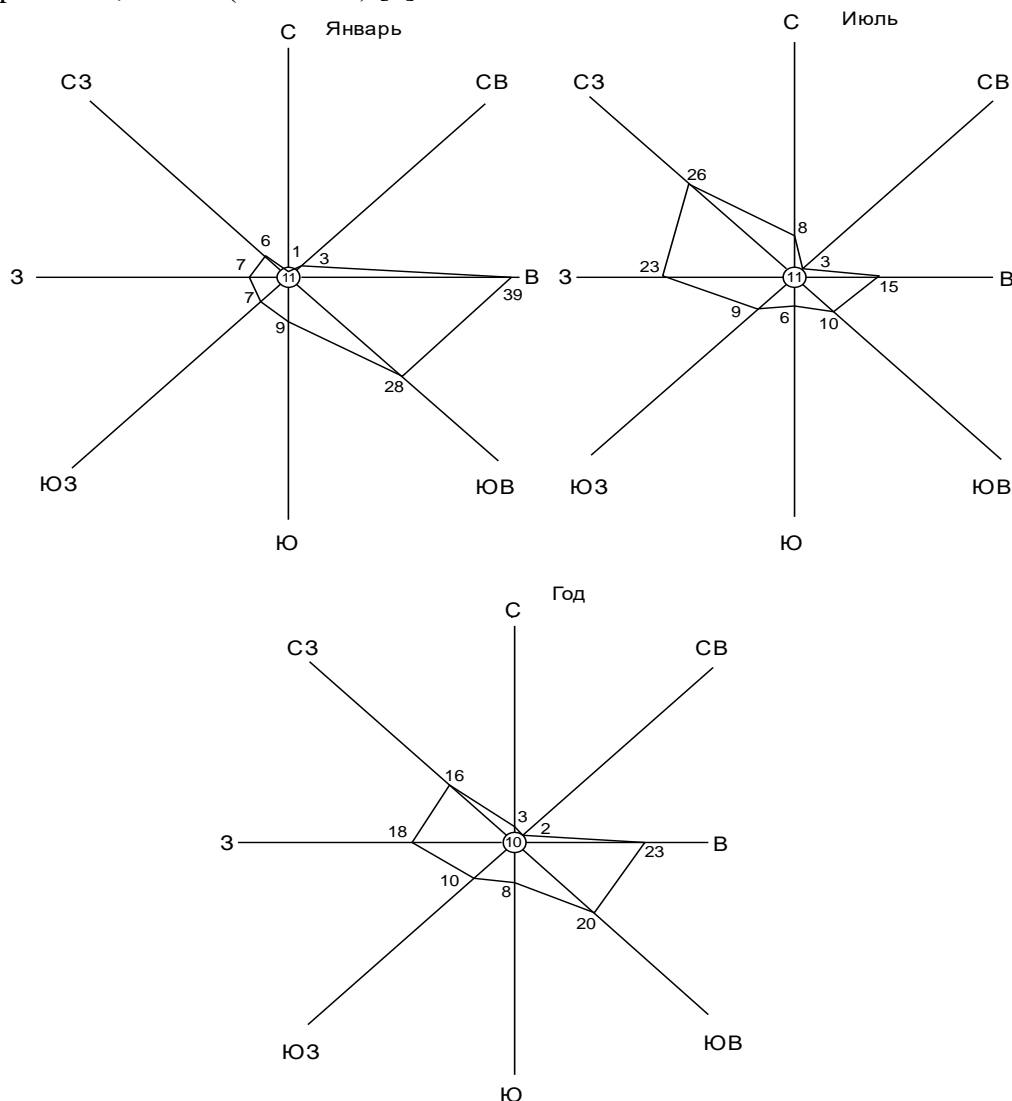
Таблица 1.15

Повторяемость направлений ветра и штилей, (%)

| Румбы | Повторяемость направлений ветра и штилей, (%). | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
| С | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 7 | 8 | 5 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| СВ | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| В | 39 | 40 | 29 | 16 | 12 | 18 | 15 | 16 | 17 | 14 | 31 | 33 | 23 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ЮВ | 28 | 27 | 24 | 16 | 11 | 11 | 10 | 13 | 22 | 21 | 27 | 34 | 20 |
| Ю | 9 | 7 | 9 | 10 | 5 | 5 | 6 | 6 | 10 | 12 | 4 | 6 | 8 |
| ЮЗ | 7 | 4 | 7 | 12 | 14 | 9 | 9 | 14 | 15 | 18 | 6 | 3 | 10 |
| З | 7 | 12 | 16 | 25 | 29 | 19 | 23 | 24 | 20 | 20 | 16 | 10 | 18 |
| СЗ | 6 | 7 | 12 | 18 | 26 | 29 | 26 | 20 | 12 | 12 | 13 | 10 | 16 |
| Штиль | 11 | 18 | 10 | 7 | 7 | 8 | 11 | 10 | 11 | 7 | 4 | 9 | 10 |

По ветровым нагрузкам согласно СП 20.13330.2016 (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*), изучаемую территорию можно отнести к VI ветровому району. Нормативное значение ветрового давления, соответствующее 10-ти минутному интервалу осреднения скорости на высоте 10 м превышаемое раз в 5 лет принимается равным для первого района 0,73 кПа (73 кгс/м^2) [4].



повторяемость ветра, 1 см – 10%

Цифра в кружке – среднее число штилей в процентах

Рисунок 1.4 – Роза ветров за характерные периоды по м/ст Норильск

Таблица 1.16

Средняя месячная, максимальная и годовая скорость ветра по флюгеру, (м/с)

| Месяцы | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | год |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| (высота флюгера с легкой и тяжелой доской - 11 м). | | | | | | | | | | | | | |
| сред. скорость | 6,0 | 5,4 | 6,0 | 6,1 | 5,8 | 5,0 | 4,2 | 4,1 | 4,5 | 5,7 | 5,5 | 6,1 | 5,4 |
| макс. скорость | 34 | 24 | 28 | 28 | 28 | 28 | 18 | 20 | 28 | 28 | 40 | 28 | 40 |
| макс. порыв | 35 | 35 | - | 40 | 34 | 34 | 22 | - | 38* | 30 | 44* | 37 | 44* |

- скорость ветра приведена по анеморумбометру

Таблица 1.17

Максимальная скорость ветра различной обеспеченности

| Обеспеченность, % | Максимальная скорость ветра, м/с |
|-------------------|----------------------------------|
| 5 | 31,4 |
| 10 | 28,6 |
| 20 | 25,5 |

Атмосферные явления. К атмосферным явлениям, которые могут наблюдаться на изучаемой территории, относятся туманы, грозы, метели, град. Ниже в таблице 1.19 приводятся среднее и максимальное число дней в году с этими явлениями.

Таблица 1.18

Среднее и наибольшее число дней с атмосферными явлениями

| месяцы | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | год |
|--------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|----|----|-----|-----|
| Туманы (дни) | | | | | | | | | | | | | |
| среднее | 9 | 8 | 4 | 0,4 | 1 | 3 | 0,7 | 2 | 3 | 2 | 4 | 6 | 43 |
| наибольшее | 20 | 19 | 14 | 3 | 4 | 8 | 5 | 5 | 7 | 5 | 12 | 18 | 83 |
| Грозы (дни) | | | | | | | | | | | | | |
| среднее | | | | | 0,1 | 0,9 | 3 | 1 | 0,1 | | | | 5 |
| наибольшее | | | | | 2 | 4 | 10 | 4 | 2 | | | | 14 |
| Метели (дни) | | | | | | | | | | | | | |
| среднее | 11 | 8 | 8 | 8 | 4 | 0,4 | | | 0,4 | 6 | 9 | 11 | 66 |
| наибольшее | 20 | 16 | 14 | 15 | 7 | 3 | | | 4 | 12 | 19 | 22 | 93 |
| Град (дни) | | | | | | | | | | | | | |
| среднее | | | | | | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,03 | | | | 0,4 |
| наибольшее | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 2 |

Таблица 1.19

Среднее и наибольшее число дней с обледенением проводов по визуальным наблюдениям

| характеристика | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | год |
|----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----|-----|------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| гололед | | | | <u>0,7</u> <u>10</u> | <u>0,8</u> <u>4</u> | | | | <u>1</u> <u>5</u> | <u>1</u> <u>8</u> | <u>0,3</u> <u>8</u> | <u>0,04</u> <u>7</u> | <u>4</u> <u>14</u> |
| изморозь | <u>18*</u> <u>29</u> | <u>16</u> <u>26</u> | <u>11</u> <u>22</u> | <u>7</u> <u>17</u> | <u>2</u> <u>8</u> | | | | <u>0,4</u> <u>2</u> | <u>7</u> <u>16</u> | <u>16</u> <u>29</u> | <u>16</u> <u>23</u> | <u>93</u> <u>124</u> |

* - В таблице 1.19 в числителе приводится среднее значение, в знаменателе наибольшее.

Максимальное число дней с метелями в данном районе составляет 93 дня с юго-восточным (45%) преобладающим направлением ветра.

Согласно СП 20.13330.2016 (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*) – район участка изысканий по толщине стенки гололеда находится в III районе (приложение Ж, карта 4), где нормативная толщина стенки гололеда превышаемая один раз в пять лет составляет 10 мм [4].

1.3 Изученность инженерно-геологических условий

Начало региональному изучению территории МО г. Норильск и Норильского промышленного района, а также прилегающих территорий было положено маршрутными исследованиями Н.Н. Урванцева в 1919, 1925, 1928 гг., В.А. Мельникова в 1929 г., С.В. Обручева в 1933 г., Г.Е. Рябухина, в 1939 г., Ф.Г. Маркова в 1933-1939 гг. и в последующие годы ряда других геологов. В настоящее время их работы представляют исторический интерес.

В 1931 г. геологом «Цветметзолото» А.Е. Воронцовым была закартирована в масштабе 1:50 000 южная оконечность плато Хараелах. Материалов этой съемки не сохранилось.

В 1937 г. М.В. Самойло и Н.А. Колокольчиков провели десятидневный маршрут в юго-западной части плато Хараелах. По результатам работ было отмечено сходство в геологическом строении юго-западной части плато Хараелах с норильскими месторождениями.

В 1940 г. партией СЗГУ под руководством Ю.А. Спейта была проведена геологическая съемка северной части Норильского района масштаба 1:1 000 000. Инженерно-геологические изыскания района начались с конца 40-х годов в связи с началом проектирования и строительства промышленного района г. Норильска. Инженерно-геологические изыскания проводились ведущими институтами и инженерно-строительными организациями г. Москвы, Ленинграда, Красноярска и др.

В 1950 г. в юго-западной части плато Хараелах проводили поисковую съемку масштаба 1:100 000 П.С. Фомин, им были отмечены полезные ископаемые – каменные угли, рекомендованы для более детальных поисковых работ на никель участки массива Исетте и р. Талекит.

В 1958 г. в связи с поисками медно-никелевых руд для Норильского комбината и коксующихся углей, в районе начались более детальные геологические и геофизические исследования.

В 1958-1959 гг. Хараелахской партией были произведены поисково-разведочные работы на уголь по южной кромке плато Хараелах. В результате этих работ была составлена схематическая геологическая карта масштаба 1:25000.

В 1959-60 гг. геологами НИИГА В.С. Голубковым и Д.А. Додиним была произведена кондиционная геологическая съёмка масштаба 1:200 000. В отчёте описан разрез пород, слагающих юго-западные отроги плато Хараелах, приведена тектоническая схема, детально расчленены четвертичные отложения, указывается перспективность для поисков медно-никелевых руд массива Исетте.

В 1959 г. Западно-Хараелахской поисковой партией под руководством В.П. Бертоша была проведена поисковая съёмка масштаба 1:25000 на участке от р. Талнах до руч. Северного с применением небольшого объёма поисково-картировочного бурения.

В 1960-62 гг. помимо разведки Талнахского месторождения, производились поисковые геологические и геофизические исследования партиями НКГРЭ под руководством П.П. Дейнега (поисковая съёмка масштаба 1:100000); Б.М. Бевзюка (гравиметрическая съёмка масштаба 1:50000); Л.К. Цывьяна (гравиметрическая съёмка масштаба 1:25000; геологическая съёмка Талнахского месторождения масштаба 1:10000); В.С. Старосельцева (валунные поиски масштаба 1:50000); А.В. Васильева и Г.И. Харченко (поисково-структурное бурение). В этот период район работ был покрыт высокоточной

аэромагнитной съёмкой масштаб 1:25000 (А.П. Барышников, СЗГТ). В результате этих работ была выяснена общая геолого-тектоническая обстановка района, выявлены наиболее крупные дизъюнктивные и пликативные структуры, оконтурены два рудных ореола валунов, установлен ряд точек рудопроявлений и перспективных участков медно-никелевых руд.

В 1963 г. Талнахская ГСП провела геологическую съёмку масштаба 1:50000. В результате работ были получены новые данные по стратиграфии туфолаковой толщи. Непосредственно в районе Талнахского месторождения и на р. Хараелах производила поисково-разведочные работы на песок и песчано-гравийно-галечниковые смеси Нерудная партия НКГРЭ под руководством А.В. Максудова. Партия закончила работы в 1966 г., разведав несколько месторождений песков и песчано-гравийно-галечниковых смесей.

В 1965-66 гг. участок Талнахского месторождения и прилегающие к нему площади были покрыты инженерно-геологической съёмкой масштаба 1:25000 партией МГУ под руководством А.В. Минервина.

В 1978-1984 гг. при поисках на богатые медно-никелевые руды северных частей Хараелаской рудной зоны поставлены работы комплексом геофизических исследований: гравиразведка масштаба 1:25000 и электроразведка (ЗМПП и КМПП), масштаба 1:50000 и 1:100000 – 1:200000. Выделены перспективные аномалии, связанные с дифференцированными интрузиями.

С 1995 г. по настоящее время работы по изучению режима подземных вод, экзогенных геологических процессов, техногенного загрязнения подземных вод и т.д. проводятся в рамках проекта ведения Государственного мониторинга геологической среды.

На территории рудника «Комсомольский» инженерно-геологические изыскания выполнялись ОКИз института «Норильскпроект» в 1994 г. на объекте «Турбокомпрессорная. Расширение» и в 2010 г. АО «КБК» выполняли инженерно-геологические изыскания в 2011 г. на объекте «Реконструкция и техническое перевооружение ТОФ с увеличением мощности до 16 млн. тонн/год». Результаты инженерно-геологических изысканий, выполненных в период 1994-2011 г. использованы при составлении технического отчета.

Из картографических материалов на участок производства работ имеются топографические планы масштабов 1:100000 и 1:50000.

Исходная планово-высотная сеть в районе работ представлена государственными пунктами триангуляции [76].

1.4 Геологическое строение района

Геологическое строение района работ приведено по материалам государственной геологической съемки масштаба 1:1 000 000, лист R-45, серия Норильская, третье поколение, карта четвертичных образований [Д.В. Назаров (ФГУП «ВСЕГЕИ», СПбГУ), А.В. Герасичева, Д.В. Пушка (ФГУП «ВСЕГЕИ»)] [2].

Район работ расположен в северо-восточной части Норильской мульды, которая носит название гор Хараелах в предгорьях плато Путорано [76].

Неоплейстоцен.

Нижнее звено.

Шестая-восьмая ступень.

Болгохтохская свита. Морена (glbg). Породы представлены несортированной смесью песков, алевритов и глин с гравийно-щебенчатым и валунным материалом. Галька, гравий и валуны, встречаются по всему разрезу, как в рассеянном виде, так и в виде скоплений. Сравнительно редко и в небольшом количестве отложениях присутствуют фораминиферы. Редкие находки морской фауны позволили ряду исследователей относить образования богохтохской свиты к морским и ледниково-морским образованиям. Мощность свиты от 25 до 75 м.

Среднее звено.

Четвертая-шестая ступень.

Коевская свита. Гляциоллювий (lgllkv). Свита представлена коричневато-бурыми глинистыми алевритами с большим количеством мелкого растительного детрита, конкреций, редкими пресноводными моллюсками и диатомовыми водорослями, и практически полным отсутствием обломочного материала. Мощность коевской свиты колеблется в широких пределах от 9 до 80 м.

Верхнее звено.

Вторая ступень.

Ньяпанская толща. Морена (gIIIing). Представлена валунными алевритами и алевристыми песками. Выделена В.Н. Саксом (1953 г.) в качестве образований, слагающих дугообразную Ньяпанскую гряду, обрамляющую с севера оз. Пясино. Гряда шириной до 15 км возвышается над окружающим пространством на 80-100 м, а ее максимальные отметки достигают 160-180 м абс. выс. У северного берега оз. Пясино в оплывающем клоне были вскрыты глинисто-алевростые диамиктоны с галькой и валунами преимущественно траппового состава, черный гравий и бурые плохо сортированные пески общей мощностью 6 м. Общая мощность отложений до 60 м.

Ангутихинские слои. Гляциоллювий (lgIIIan). Представлены ленточными и ритмично-слоистыми глинами и алевристыми глинами. Характерной чертой являются иматровские камни, рассеянные по всей толще. Нередко, верхняя часть разреза сложена параллельно переслаивающимися темно-серыми алевристыми глинами и серыми тонкозернистыми полимиктовыми песками. Мощность ангутихинских слоев до 40 м.

Неоплейстоцен, верхнее звено – голоцен

Аяклинские слои. Лимний и аллювий (laIII-IVak). Сформированы преимущественно в низменных частях территории, а также в районе Норильских озер одновременно с распадом

мелколамских ледников. Состав аялкинских слоев становится более однородным ближе к центральным частям Норильской долины, где песчаные разности постепенно переходят в алеритовые. Мощность аялкинских слоев до 15 м.

Лимний (III-H). Представлен алевроитами, глинами и илами мощностью до 5 м. Большой частью показаны на карте на водоразделах Северо-Сибирской низменности, где приурочены к полям развития гляциокарстовых и термокарстовых озер.

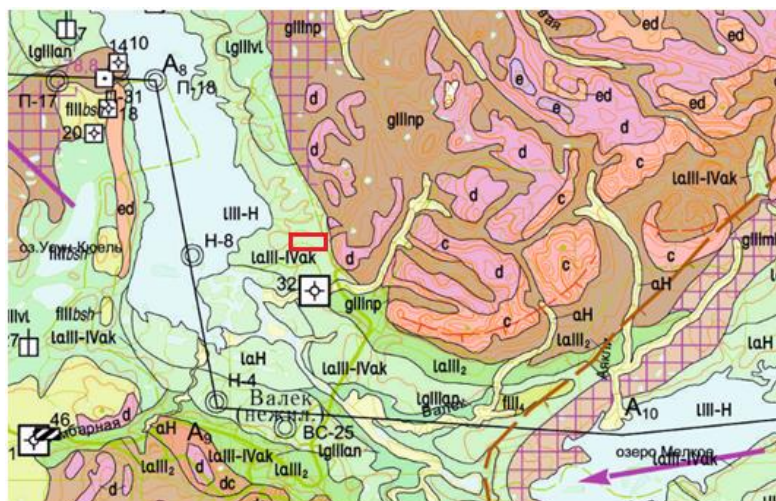


Рисунок 1.5 – Фрагмент карты четвертичных образований района работ (лист R-45, серия Норильская)

Масштаб 1:1 000 000 [2]

– район проектируемых работ.

Условные обозначения

Неоплейстоцен, верхнее звено – голоцен

| | |
|--|---|
| d | – Делювий. Алевроиты с дресвой и щебнем (2-2,5 до 15 м) |
| c | – Коллювий. Глыбники, отломники, щебень (от 3-5 до 20 (?) м) |
| dc | – Делювиоколлювий. Глыбы, щебень, дресва (до 18 м) |
| ed | – Элювиоделювий. Алевроиты с дресвой и щебнем, алевроиты с отломами и щебнем (до 2-2,5 м) |
| laH | – Лимноаллювий. Пески, алевроиты, глины (до 12 м) |
| III-H | – Лимний, алевроиты, илы, глины (до 5 м) |
| laIII-IVak | – Аялкинские слои. Лимний и аллювий. Пески, алевроиты, глины, редкая галька (5 м) |
| Плейстоцен. Неоплейстоцен Верхнее звено. Вторая ступень | |
| Iglilan | – Ангутихинские слои. Гляциолимний. Ленточные и ленточноподобные глины (до 40 м) |

| | |
|---|--|
| gllnp | – Ньяпанская толща. Морена. Валунные алевриты и алевритистые пески, гляциомеланж (до 60 м) |
| Среднее звено Четвертая – шестая ступень | |
| lgllkv | – Коевская свита. Гляцилимний. Пески, ленточные и ленточноподобные глины, алевриты (до 80 м) |
| Нижнее звено Шестая-восьмая ступень | |
| glbg | – Болгохтохская свита. Морена. Валунные алевриты, пески и глины с песчаными отторженцами (25-70 м) |

Элювиальные и солифлюкционные образования (e, s). Представлены алевритами с дресвой и щебнем, алевриты с отломами и щебнем. Показаны отложения на карте там, где невозможно изобразить отдельно элювий и солифлюкций. Мощностью до 10 м.

Коллювиальные и солифлюкционные образования (c, s) Представлены глыбовниками, щебенниками, дресвянниками и алевритами. Широко распространены в горной части территории. Они выстилают склоны врезанных речных долин и в виде шлейфов залегают у их подножий. Образуются за счет осыпания пород при одновременном крипе и солифлюкционном течении грунта на склонах, осложненных многочисленными структурными террасами и, как следствие, имеющих переменную крутизну. Мощностью до 25 м.

Коллювий (c). Представлен глыбовниками, отломниками и щебнем. Залегают в основании крутых склонов преимущественно на плато Путорана. к коллювиальным образованиям отнесены дисперсий и дерупций мощностью до нескольких метров и развитые в многочисленных карах и на крутых склонах ложбин ледникового выпахивания. Мощность коллювия достигает 20 м.

Делювиальные и солифлюкционные образования (d, s). Дресва и щебень с алевритами. Развита на пологих склонах возвышенностей, где залегают в виде шлейфов, выклинивающихся вверх по склону. Состав целиком зависит от подстилающих пород. Наблюдается уменьшение размеров обломочного материала вниз по склону и параллельная ему слабоволнистая прерывистая слоистость. В нижних частях склонов, где преобладают мелкозернистые разности, появляются солифлюкционные террасы и дели. Мощность до 10 м [76].

1.5. Магматизм

Магматические породы Хараелахской мульды принадлежат трапповой формации верхнепалеозойского-мезозойского времени, её эффузивной и интрузивной фациям. Эффузивные породы, слагающие туфолавовую толщу Талнахского рудного узла представлены базальтами трапповой формации. По петрохимическим особенностям они подразделяются на три крупных группы: базальты нормального ряда, субщелочные и пикритовые.

Туфолавовая толща имеет отчётливо выраженное ритмичное строение, обусловленное цикличным характером развития эффузивного магматизма и проявляется в закономерном повторении в разрезе горизонтов базальтов, характеризующихся сходным составом и одинаковым направлением изменения химического и минерального составов, количеств микроэлементов, структуры, физических свойств и др.

Интрузивные породы относятся к трапповой формации по структурным особенностям, составу, и времени формирования, и подразделяются в пределах площади проведения работ на:

- позднепермские интрузии:
 - ергалахский (субвулканический) интрузивный комплекс ($\tau\beta P_{2er}$);
- раннетриасовые интрузии:
 - оганерский интрузивный комплекс (βT_{1og});
 - норильский интрузивный комплекс ($\omega v - v\delta T_{1nr}$);
 - далдыканский интрузивный комплекс ($v\beta T_{1-2dl}$).

Интрузивные породы на участке представлены недифференцированными интрузиями Ергалахского интрузивного комплекса, выделенными по петрохимическим особенностям и характеру дифференциации [76].

Ергалахский комплекс ($\tau\beta P_{2er}$) относится к наиболее ранним интрузивным образованиям щелочно-основных пород, которые являются комагматическим аналогом эффузивных титан-авгитовых базальтов и трахибазальтов ивакинской свиты. Интрузии в виде пологосекущих (иногда расщепляющихся) субпластовых тел и силлов располагаются в отложениях тунгусской серии (местами на границе и в нижней части вулканогенных образований ивакинской свиты), где формируют систему параллельно залегающих горизонтов преимущественно двух-трехъярусного строения с вскрытой мощностью силлоподобных тел от 0,9 до 66,4 м. Интрузии сложены в большинстве случаев серыми, темно-серыми и зеленовато-серыми безоливиновыми и оливинсодержащими долеритами и габбро-долеритами.

Среди других интрузий ергалахский комплекс отличается повышенными содержаниями пятиоксида фосфора, титана, железа, щелочей и недонасыщенностью кремнеземом и магнием.

1.6 Тектоника

Участок работ расположен в юго-западной части Хараелахской мульды. Все геологические образования, выходящие на поверхность, принадлежат платформенному чехлу Сибирской платформы, в составе которого выделяются три структурных яруса. Нижний и средний структурные ярусы разделены угловым и стратиграфическим несогласием.

Нижний структурный ярус (вендско-среднепалеозойский) образован морскими и лагунно-морскими отложениями терригенно-карбонатных, галогенных, карбонатных формаций и на участке работ не наблюдается.

Средний структурный ярус (позднепалеозойско-триасовый) образован лагунно-континентальными отложениями тунгусской серии (средний карбон-верхняя пермь) и вулканогенными отложениями верхней перми-нижнего триаса. Внутри среднего структурного яруса фиксируется значительный (до 150-200 м) размыв на границе нижней и верхней перми, менее крупные размывы отмечены в основании амбарнинской свиты тунгусской серии, ивакинской свиты верхней перми. Незначительные размывы отмечаются в подошвах хакачанской и моронговской свит нижнего триаса, а также в основании верхнего туфа моронговской свиты.

Верхний структурный ярус не наблюдается на площади, в пределах которой расположен участок работ.

Главной дизъюнктивной структурой района является Норильско-Хараелахский разлом, относительно которой участок работ находится в Западном блоке. Западный тектонический блок, гипсометрически опущенный по отношению к Восточному, характеризуется мозаично-блоковым строением, обусловленным густой сетью оперяющих Норильско-Хараелахский разлом дизъюнктивов различной амплитуды и ориентировки (преимущественно северо-западной, северо-восточной и субширотной). Интенсивная разрывная тектоника, большей частью, выражена в поле распространения туфолавовой толщи. Наиболее крупные нарушения субширотного простирания, образуют просадочные структуры с амплитудой смещения по ним до 450-500 м. По мнению предшественников, образование данных структур связано с зонами растяжения в сводовых частях в результате тангенциального сжатия (рисунок 1.6).

Породы в пределах участка работ имеют северо-восточное падение под углом 25° - 35° . Простирание пород составляет 310° . Столь крутые углы падения могут объясняться тем, что район работ приурочен к краевой части Хараелахской мульды, где отмечается флексурообразный изгиб слоев, фиксирующий ступенчатый характер сочленения прогиба с антиклинальным поднятием. В пределах тектонических блоков моноклиналиное залегание пород часто нарушено и углы падения возрастают иногда до 40° [76].

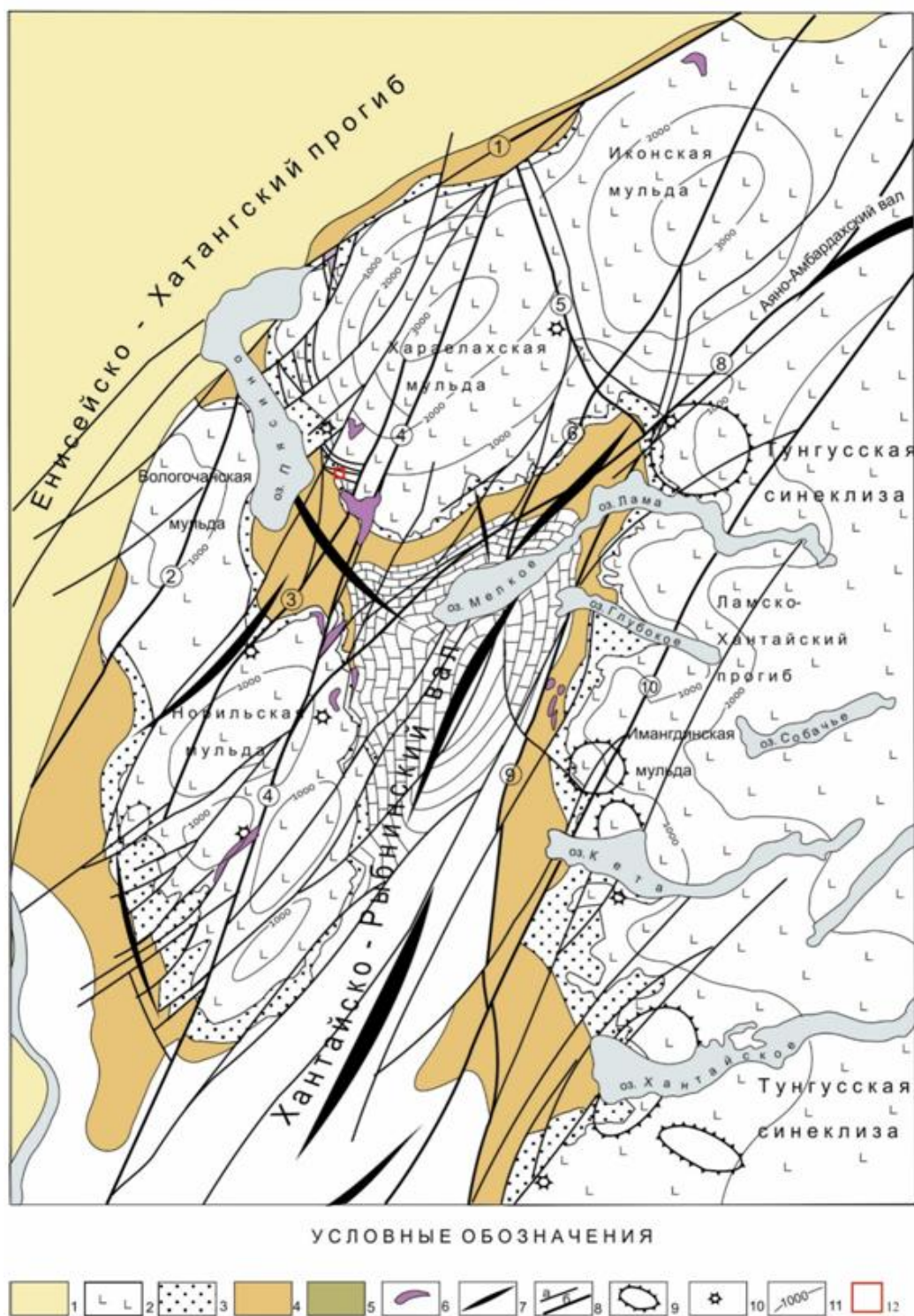


Рисунок 1.6 – Обзорная структурно-тектоническая схема района участка работ

1-5 Структурные ярусы: 1 - мезо-кайнозойский, 2 - верхепалеозойско-нижнемезозойский, 3 - верхнепалеозойский, 4 - средне-верхнепалеозойский, 5 - вендско-нижнепалеозойский; 6 - рудоносные дифференцированные интрузии габбро - долеритов; 7-оси антиклиналей; 8 - разломы: а - рядовые, б - глубинные (1 - Северо-Хараелахский, 2 - Пясинский, 3 - Далдыканский, 4 - Норильско-Хараелахский, 5 - Кумгинский, 6 - Нералахский, 7 - Микчангдинский, 8 - Имандинско-Летнинский, 9 - Кета-Ирбинский); 9 - полигенные вулканы; 10 - моногенные вулканы; 11 - изопакеты туфолоавовой толщи; 12 - участок работ.

1.7 Полезные ископаемые

Территория охватывает части Западно-Сибирской, Лено-Тунгусской нефтегазовых провинций, а также Енисей-Хатангской, Восточно-Сибирской мегакристаллических провинций и включает месторождения, проявления, пункты минерализации всех групп полезных ископаемых. Наиболее значимыми полезными ископаемыми региона являются: нефть, газ, уголь каменный, медь, никель, кобальт, золото, платина, платиноиды и многочисленные месторождения строительных материалов. На рисунке 1.7 представлен геологический разрез месторождения Норильско-Талнахского рудного района.

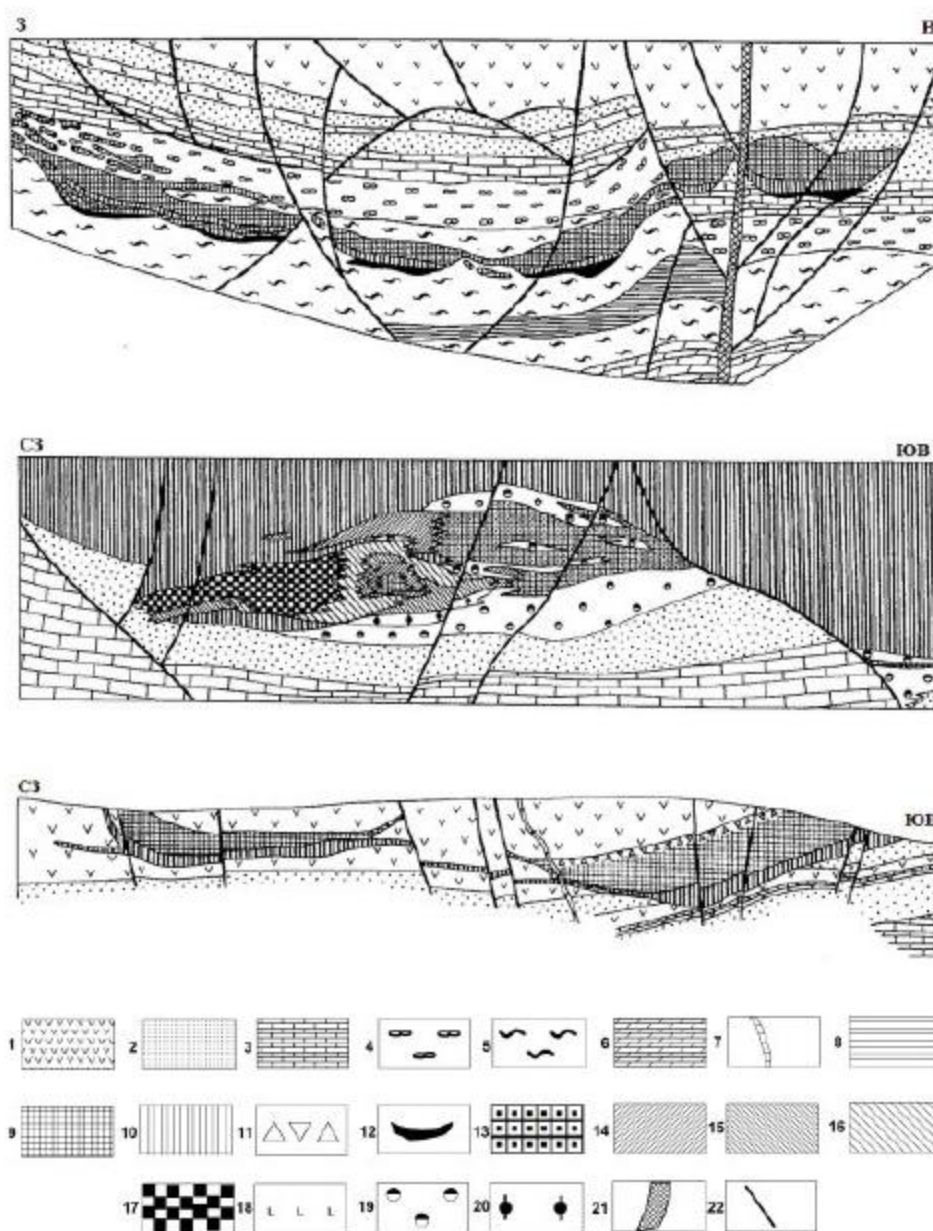


Рисунок 1.7 – Геологические разрезы месторождений Норильско-Талнахского рудного района:

А – Схематизированный геологический разрез Южно-Хараелахского рудного узла (соотношение ветвей дифференцированного интрузива);

Б Геологический разрез сульфидной залежи на юге Талнахского месторождения;

В Схематизированный геологический разрез месторождения Норильск 1.

1-6 – стратифицированные образования: 1 – вулканические верхней перми-нижнего триаса; 2 – терригенные угленосные верхнего карбона – верхней перми; 3 – карбонатные (преобладают известняки) верхнего девона; 4 – сульфатно-карбонатные среднего девона; 5 – терригенно-карбонатные и сульфатно-карбонатные нижнего-среднего девона; 6 – карбонатные (преобладают доломиты) верхнего силура; 7-8 – интрузивные образования норильского комплекса раннего триаса: 7 – дайки оливиновых долеритов и микродолеритов; 8 – габбродолериты, микродолериты, долериты Нижнеталнахского интрузива (моронговский тип интрузий); 9-10 – норильско-талнахский тип интрузий: 9 – верхние контактовые долериты и габбродолериты, верхние такситовые безоливиновые и оливиновые габбродолериты, верхние такситовые безоливиновые и оливиновые габбродолериты, габбродолериты с включениями лейкогаббро; 10 – нижние контактовые долериты, габбродолериты с включениями лейкогаббро; 10 – нижние контактовые долериты, нижние такситовые габбродолериты, пикодолериты с вкрапленными и прожилковыми медно-никелевыми рудами; 11 – эруптивные брекчии; 12-17 – массивные (богатые) медно-никелевые руды: 12 – без расчленения по составу; 13 – пентландит-халькопирит-пирротиновые; 14 – пентландит-кубанит-пирротиновые и пентландит-пирротин-кубанитовые; 15 – пирротин-халькопирит-пентландит-кубанитовые и пентландит-халькопирит-кубанитовые; 16 – пентландиткубанит-халькопиритовые; 17 – пентландит-халькопиритовые; 18 – интрузивные образования ергалахского типа поздней перми – титан-авгитовые долериты; 19 – метасоматические образования кварц-альбитового, пироксен-альбитового, кварцпироксен-микроклинового, биотит-микроклинового состава; 20 – известковые скарноиды; 21-22 – разрывные нарушения; 21 – Норильско-Хараелахский разлом; 22 – прочие [76].

1.6 Гидрогеологические условия

Территория Норильского промышленного района входит в Тунгусскую гидрогеологическую провинцию Восточно-Сибирского гидрогеологического региона. Рассматриваемая территория находится в зоне распространения многолетнемерзлых пород. Под руслами рек (Енисей, Пясины) и озер (Пясины, Мелкое, Глубокое и др.) присутствуют талики. В долине Енисея и Хантайского водохранилища развита островная мерзлота. В пределах района выделяются три гидрогеологические провинции – Путоранский, Хатангский и Норильский бассейны подземных вод.

Путоранский бассейн пластовых и покровно-потоковых подмерзлотных напорных вод охватывает северо-восточную часть района и выделяется в контуре поверхности плато Хараслах. Для него характерно наличие наиболее мощной (до 400 м) толщи ММП и высоконапорных подмерзлотных вод, разгрузка которых происходит через немногочисленные сквозные талики под крупными реками и по разрывным нарушениям в толще туфолов.

Хантайский бассейн пластовых и блоково-пластовых напорных вод охватывает территорию Норильско-Рыбнинской равнины, сложенной палеозойскими карбонатными и галогенными породами. Здесь развита толща ММП мощностью до 100 м.

Водовмещающими породами на большей части территории служит четвертичные отложения различного генезиса, а на участках, где четвертичный покров отсутствует – коренные породы. Питание подземные воды СТС получают за счет инфильтрации осадков, вытаявания линз и прослоев льда в водовмещающих породах.

Воды надмерзлотных таликов (несквозных таликов) приурочены к современным и верхнечетвертичным аллювиальным и аллювиально-озерным отложениям. Водоносные горизонты функционируют круглогодично под руслами рек и озерными котловинами. Мощность водоносных горизонтов определяется глубиной надмерзлотных таликов; в зависимости от линейных размеров, глубины водоемов и водотоков, а также литологического состава водовмещающих пород она изменяется от 5-10 м до 20-40 м и более.

Воды сквозных таликов приурочены к долинам крупных водотоков и котловинам наиболее крупных озер, а также к зонам отдельных тектонических нарушений. Питание вод сквозных таликов осуществляется за счет поверхностных вод, вод сезонно-талого слоя и надмерзлотных таликов, а также за счет разгрузки подмерзлотных вод в зонах тектонических нарушений и зонах трещиноватости в кровле коренных пород. Подмерзлотные воды распространены на территории Норильского промышленного района повсеместно; по составу водовмещающих пород этот класс подземных вод включает в себя поровые воды четвертичных отложений и трещинные воды коренных пород.

Подмерзлотные воды четвертичных отложений на территории Норильского промышленного района распространены в Норильско-Рыбнинской долине. Площадное распространение водовмещающих пород и их мощность здесь определяются мощностью ММП и литологическим составом талых четвертичных отложений.

1.7 Геологические процессы и явления

В районе проведения работ выявлены геологические, инженерно-геологические и криогенные процессы, развитие и распространение которых следует учитывать при проведении строительных работ.

В районе изысканий широко развиты экзогенные геологические процессы и сопровождающие их явления.

На территории, где преобладает процесс денудации, развит такой процесс, как нивация. Также на склонах можно увидеть такие образования как курумы. Чаще всего курумы можно приурочить к долинам временных водотоков.

На участках где можно наблюдать стабилизацию денудации в горной части района, распространен процесс морозной сортировки пород. Наличие сильно-льдистых грунтов на участке работ предполагает развитие термокарста.

Вниз по склону, где преобладает аккумуляция, и разрез представлен тонкодисперсными отложениями, развит такой процесс как солифлюкция, проявляющаяся в рельефе в виде валов и гряд увлажненных склонов [1].

На локальных участках стабилизации денудации в горной части района распространены процессы морозной сортировки пород.

В равнинной части района, являющейся областью относительной стабилизации, криогенные процессы отличаются большим разнообразием, в особенности в пределах Норильско-Рыбнинской равнины. На участках распространения сильнольдистых отложений (льдистость свыше 0,4 дол. ед.) широко проявляется морозобойное растрескивание, приводящее к формированию на поверхности полигонально-блочного рельефа, а в трещинных зонах – грунтовых жил. На блоках широко распространены пятна – медальоны и сезонные бугры пучения.

Термокарст развит практически повсеместно вследствие преобладания в разрезе сильнольдистых глинистых отложений. На ранних стадиях его развитие приводит к образованию термокарстовых воронок, а по завершении – термокарстовых озер [1].

1.8 Общая инженерно-геологическая характеристика района

По своему физико-географическому положению территория производства изысканий расположена в пределах западно-бугристой Норильско-Рыбнинской долины, входящей в состав Средне-Сибирского плоскогорья.

Основными орографическими элементами исследуемого района являются плато Хараелах и Норильское, входящие в состав Средне-Сибирского плоскогорья и разделяющая их Норильско-Рыбнинская долина.

Гидрографическая сеть исследуемого района представлена р. Талнах, которая протекает к востоку в 1,6 км от участка изысканий с общим направлением на юго-запад до впадения в реку Норильская.

Исследуемая территория располагается в предгорной части южных отрогов плато Хараелах, в пределах Лесной гряды, являющейся водоразделом рек Талнах и Хараелах.

Территория Норильского промышленного района относится к зоне распространения многолетней мерзлоты. Почва тундрово-глеевая.

Согласно карте оценки техногенного воздействия на инженерно-геологические условия территории Российской Федерации район работ расположен в зоне высокой техногенной нагрузки. На рисунке 1.8 представлен фрагмент карты техногенного воздействия на инженерно-геологические условия Российской Федерации.



Рисунок 1.8 – Фрагмент карты техногенного воздействия на инженерно-геологические условия территории Российской Федерации. Масштаб 1: 10 000 000 [17]

- техногенные изменения инженерно-геологических условий высокие.
- высокая степень техногенной нагрузки.

Район изысканий относится к зоне развития сезонно-мерзлых грунтов. У поверхности в зимний период грунты будут промерзать, летом оттаивать. При сезонном промерзании глинистые грунты, залегающие с поверхности, обладают слабопучинистыми свойствами. Эти процессы, как правило, проявляются на глубину промерзания грунтов [1].

Согласно СП 115.13330.2016 (приложение Б) территория района изысканий относится к следующей категории опасности:

- по подтоплению – к весьма опасной [11].

Согласно СП 14.13330.2018:

- сейсмичность менее 6 баллов – к сейсмически не опасной [12].

Согласно карте ОСР-2015-С:

- землетрясение – менее 6 баллов – к умеренно опасной [16].

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Инженерно-геологическая характеристика участка проектируемых работ

2.1 Рельеф участка

Абсолютные отметки поверхности в районе работ изменяются от 110,17 до 110,80 м. Дневная поверхность естественного рельефа на объектах изысканий изменена в процессе ее застройки и инженерной подготовки территории [1]. Планировка поверхности выполнена срезкой с последующей подсыпкой.

В районе работ отмечены участки с различной степенью техногенной нагрузки, к которым относятся: трассы коммуникаций различных назначений на эстакадах, автомобильные дороги, линии электропередач, гаражи, производственные цеха, надшахтные здания.

Техногенные воздействия объектов на природную и геологическую среду связаны со строительством и эксплуатацией зданий и сооружений, что проявляется в повреждении и уничтожении почвенно-растительного слоя, нарушении целостности рельефа, загрязнении почвенного слоя, искусственном изменении рельефа местности при планировке, изменении температурного режима грунтов в основании зданий и сооружений.

2.2 Состав и условия залегания грунтов и закономерности их изменчивости

По результатам ранее проведенных лабораторных испытаний получены значения физико-механических свойств грунтов, по которым можно охарактеризовать отложения исследуемого участка проектируемого здания ГПК-13.

В геологическом строении на участке работ, до разведанной глубины 15 м принимают участие современные техногенные (tQ_{IV}) и современные отложения аллювиально-делювиального генезиса (adQ_{IV}). В основании разреза вскрыты отложения верхнего триаса (T_1).

Современные техногенные отложения (tQ_{IV}) вскрыты скважинами 1-3 представлены планомерно возведенными насыпями в процессе строительства здания и планировочных работ (ИГЭ 1). В техногенных грунтах имеет прослой суглинка тугопластичного. Мощность техногенных отложений изменяется от 1,3 до 6,8 м. Насыпные грунты представлены щебенистым грунтом магматических пород с суглинистым заполнителем до 30%. Грунты находятся в слое сезонного промерзания-оттаивания до глубины 4,0 м. На период изысканий грунт находился в талом состоянии, грунт насыщенный водой. Гранулометрический состав в среднем, согласно ГОСТ 25100-2011 по фракциям следующий: 80-40 мм – 26,4%; 40-20 мм – 19,4%; 20-10 мм – 19,5%; 10-5 мм – 13,6%; 5-2 мм – 8,9%; 2-1 мм – 3,7%; 1-0,5 мм – 2,0%; 0,5-0,25 мм – 1,1%; 0,25-0,1 мм – 1,3%; 0,1-0,05 мм – 2,2%; 0,05-0,002 мм – 2,8%; менее 0,002 мм – 0,2%. Также имеется прослой дресвяного грунта с суглинистым заполнителем, встречен на глубине 2,1-3,7 м.

Современные отложения аллювиально-делювиального генезиса (adQ_{IV}) встречены скважинами 2,3 в интервале глубин 1,3 – 5,8 м, общая мощность отложений изменяется от 3,2 до 3,8 м. Грунты находятся в талом состоянии. Литологический состав отложений представлен галечниковыми грунтами магматических пород с заполнителем до 15%, водонасыщенными (ИГЭ 2). Гранулометрический состав в среднем по галечниковым грунтам следующий по фракциям: 80-40 мм – 32,3%; 40-20 мм – 16,7%; 20-10 мм – 16,4%; 10-5 мм – 10,49,8%; 5-2 мм – 10,9%; 2-1 мм – 1,2%; 1,0-0,5 мм – 1,5%; 0,5–0,25 мм – 0,9%; 0,25–0,1 мм – 1,4%; 0,1–0,05 мм – 2,8%; 0,05-0,002 мм – 6,0%, менее 0,002 мм – 0,2%.

Также современные аллювиально-делювиальные отложения представлены суглинками гравелистыми (ИГЭ 3) небольшой мощностью, встреченными в скважине 3 и скважинах находящейся в непосредственной близости к проектируемому зданию, находящимися в талом состоянии. Гранулометрический состав по фракциям: 80-40 мм – 11,8%; 40-20 мм – 6,3%; 20-10 мм – 4,9%; 10-5 мм – 5,6%; 5-2 мм – 4,3%; 2-1 мм – 1,3%; 1-0,5 мм – 2,2%; 0,5-0,25 мм – 4,3%; 0,25-0,1 мм – 4,6%; 0,1-0,05 мм – 9,2%; 0,05-0,002 мм – 43,1%, менее 0,002 мм – 2,4%

Отложения верхнего триаса встречены в интервале глубин 4,5-15,0 м. Вскрытая мощность изменяется от 2,5 до 8,2 м. Представлены отложения базальтами (ИГЭ 4). В северо-западной части площадки породы находятся в мерзлом состоянии [1].

2.3 Физико-механические свойства грунтов

2.3.1 Характеристика физико-механических свойств номенклатурных категорий грунтов (ГОСТ 25100-2011) и закономерности их пространственной изменчивости (ГОСТ 20522-2012)

По генезису на изучаемом участке выделены техногенные отложения (tQ_{IV}), отложения аллювиально-делювиального генезиса (adQ_{IV}) и породы верхнего триаса (T_1).

Техногенные отложения по данным изысканий прошлых лет представлены щебенистым грунтом магматических пород с суглинистым и супесчаным заполнителем менее 30%, водонасыщенным, с прослоем суглинка тугопластичного. Влажность заполнителя колеблется от 0,088 до 0,133 д.ед., в среднем 0,103 д.ед. Значение естественной плотности варьирует от 2,32 до 2,46 г/см³, в среднем 2,41 г/см³. Плотность частиц грунта варьирует от 2,79 до 2,86 г/см³, в среднем 2,82 г/см³. Плотность сухого грунта варьирует от 2,05 до 2,25 г/см³, в среднем 2,19 г/см³. Коэффициент пористости варьирует от 0,249 до 0,377 д.ед., в среднем 0,293 д.ед. Коэффициент водонасыщения – 0,993 д.ед.

Под техногенными грунтами залегают галечниковые грунты. Влажность заполнителя колеблется от 0,128 до 0,158 д.ед., в среднем составляет 0,144 д.ед. Плотность частиц грунта колеблется от 2,89 до 2,95 г/см³, в среднем составляет 2,92 г/см³. Плотность грунта колеблется от 2,22 до 2,34 г/см³, в среднем – 2,27 г/см³. Плотность сухого грунта колеблется от 1,92 до 2,07 г/см³, в среднем – 1,99 г/см³. Коэффициент пористости колеблется от 0,422 до 0,509 д.ед., в среднем – 0,469 д.ед. Коэффициент водонасыщения – 0,898 д.ед.

В скважине 3 по данным фондовых материалов под галечниковыми грунтами встречен суглинок, гравелистый (34%). Влажность естественная варьирует от 0,191 до 0,202 д.ед., в среднем – 0,200 д.ед. Плотность частиц грунта варьирует от 2,91 до 2,94 г/см³, в среднем 2,93 г/см³. Плотность грунта колеблется от 2,10 до 2,15 г/см³, в среднем – 2,13 г/см³. Плотность сухого грунта колеблется от 1,76 до 1,81 г/см³, в среднем – 1,78 г/см³. Коэффициент пористости колеблется от 0,639 до 0,675 д.ед., в среднем – 0,650 д.ед. Коэффициент водонасыщения – 0,890 д.ед.

Скальный грунт, залегающий в основании разреза представлен отложениями базальта (ИГЭ 4). Средняя плотность породы колеблется от 2,51 до 2,75 г/см³, в среднем – 2,61 г/см³, истинная плотность колеблется от 2,76 до 2,96 г/см³, в среднем – 2,86 г/см³. По коэффициенту размягчаемости – неразмягчаемый, по пределам прочности в естественном и водонасыщенном состоянии базальты – прочные, значения в среднем по участку работ: $R_{сж(ест.)} = 90,38$ МПа, $R_{сж(вод.)} = 66,78$ МПа. Грунт морозный [1].

2.3.2 Выделение и характеристика инженерно-геологических элементов (ГОСТ 20522-2012)

Для выделения и характеристики инженерно-геологических элементов в основу отчета взяты данные со скважин, пробуренных ранее, рядом с проектируемым зданием.

Инженерно-геологический элемент (ИГЭ) – объем грунта одного возраста, происхождения и вида, характеристики свойств которого в пределах выделенного элемента являются статистически однородными и изменяются случайно (незакономерно) либо если наблюдающейся закономерностью можно пренебречь.

В основу выделения ИГЭ для целей строительства положены литологический состав и физико-механические свойства грунтов. Выделение инженерно-геологических элементов проводится в соответствии с ГОСТ 20522-2012, согласно которому исследуемые грунты предварительно разделяют на ИГЭ с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей и вида.

В соответствии с ГОСТ 20522-12 и проведенными инженерными изысканиями на близ лежащей площадке, предварительно можно выделить 4 инженерно-геологических элемента:

1. ИГЭ-1 – насыпной грунт, щебенистый грунт с суглинистым и супесчаным заполнителем (tQ_{IV});
2. ИГЭ-2 – галечниковый грунт с заполнителем до 15%, водонасыщенный (adQ_{IV});
3. ИГЭ 3 – суглинок легкий пылеватый гравелистый 34%, тугопластичный (adQ_{IV});
4. ИГЭ 4 – базальт морозный прочный, слабовыветрелый, неразмываемый (T_1).

По исходным данным строятся графики изменчивости свойств с глубиной. Согласно ГОСТ 20522-2012, характеристики грунтов в каждом предварительно выделенном ИГЭ анализируют с целью установить и исключить значения, резко отличающиеся от большинства значений, если они вызваны ошибками в опытах или принадлежат другому ИГЭ [21].

На рисунке 2.1-2.5 приведены графики изменчивости W , W_p , W_L , I_p , e одного предварительно выделенного ИГЭ 3– суглинок легкий пылеватый гравелистый (adQ_{IV}) по глубине.

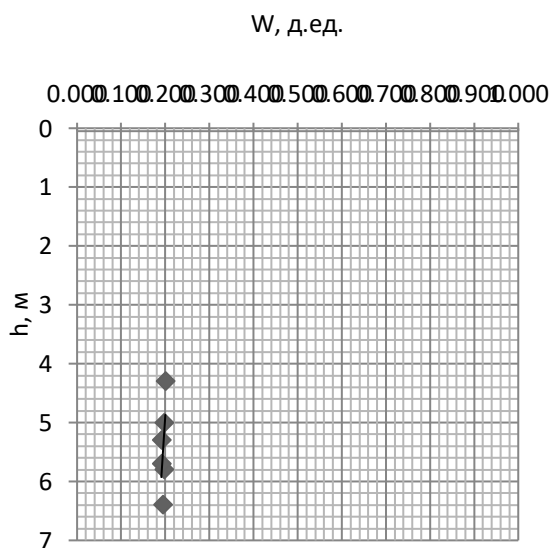


Рисунок 2.1 – Изменение влажности W , д.ед. с глубиной h , м

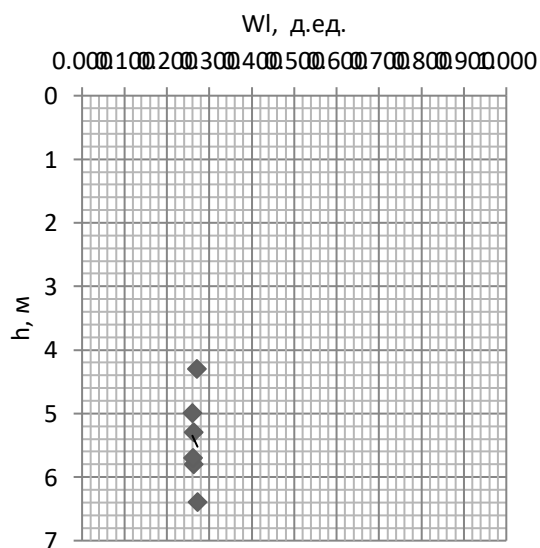


Рисунок 2.2 – Изменение влажности на границе текучести W_L , д.ед. с глубиной h , м

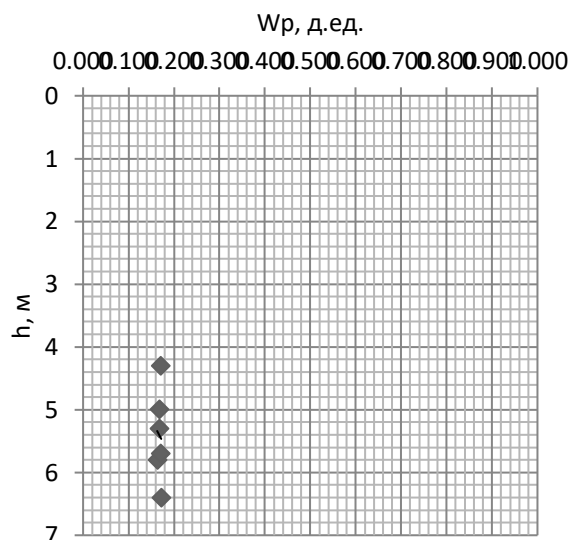


Рисунок 2.3 – Изменение влажности на границе раскатывания W_p , д.ед. с глубиной h , м

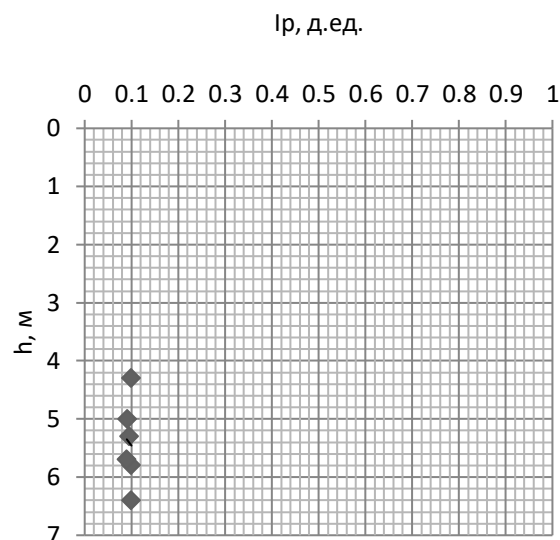


Рисунок 2.4 – Изменение числа Пластичности I_p , д.ед. с глубиной h , м

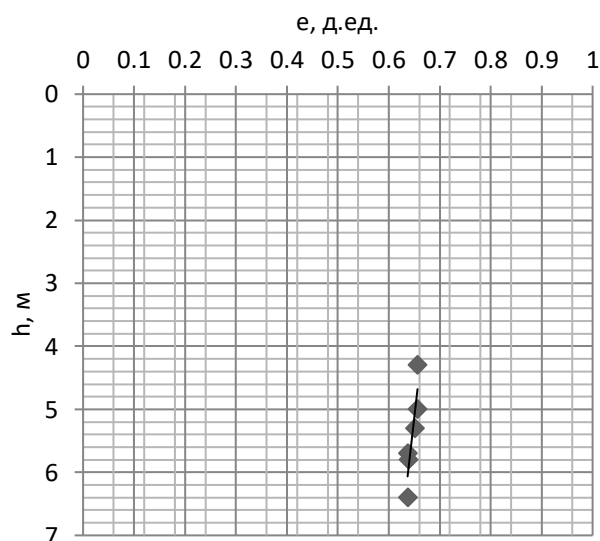


Рисунок 2.5 – Изменение коэффициента пористости e , д.ед. с глубиной h , м

Аналогичным образом строятся графики для всех предварительно выделенных ИГЭ. Исключением является гравийный и галечниковый грунт, для которых графики изменчивости строятся по гранулометрическому составу, естественной влажности грунта и влажности заполнителя.

Анализ графиков предварительно выделенного ИГЭ показал, что изменчивость значений показателей физических характеристик, в целом, имеет незакономерное распределение и минимальный разброс значений.

Для более точного обоснования разделения ИГЭ согласно п. 4.5 ГОСТ 20522-2012 рассчитывается коэффициент вариации (V) [21].

Коэффициент вариации – мера отклонения опытных значений данных от выбранного среднего значения, выражаемая в долях единицы или в процентах, вычисляемая по формуле:

$$V = \frac{S}{X_i}, \quad (2.1)$$

где X_n – среднее значение параметра, S – среднеквадратичное отклонение, рассчитывается по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_n - X_i)^2}, \quad (2.2)$$

При наличии закономерности в изменении характеристики грунта по глубине инженерно-геологического элемента дальнейшее его расчленение не проводят, если коэффициент вариации не превышает следующих величин:

- для физических характеристик не более 0.15;
- для механических характеристик не более 0.30 [21].

Если не выполняется условие $V < V_{\text{доп}}$, то необходимо разделить ИГЭ на два, или несколько новых.

Для обоснования расчленения предварительно выделенных ИГЭ были рассчитаны коэффициенты вариации по физическим характеристикам грунта – суглинка гравелистого (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Статистическая обработка данных по суглинку гравелистому

| Характеристики физических свойств | Средне-квадратичное отклонение, σ | Среднее значение параметра, X | Коэффициент вариации, V |
|---|--|---------------------------------|---------------------------|
| Плотность естественная, ρ , г/см ³ | 0,015 | 2,127 | 0,007 |
| Плотность частиц грунта, ρ_s , г/см ³ | 0,012 | 2,928 | 0,004 |
| Коэффициент пористости, д. ед. | 0,009 | 0,646 | 0,014 |

Как видно из таблицы 2.1 коэффициенты вариации для суглинка гравелистого, не превышают 0,15 (ГОСТ 20522-2012 пункт 5.5) по всем характеристикам физических свойств грунта, следовательно, дополнительное разделение ИГЭ не требуется [21]. Для гранулометрического состава статистическую обработку выполнить невозможно из-за недостаточности образцов.

Если коэффициенты вариации превышают указанные значения, дальнейшее разделение ИГЭ проводят так, чтобы для вновь выделенных ИГЭ выполнялось условие $V < V_{\text{доп}}$.

Проанализировав графики и рассчитав коэффициент вариации для остальных предварительно выделенных ИГЭ, окончательно можно сделать вывод, что предварительно 4 инженерно-геологических элемента были выделены верно.

2.3.3 Нормативные и расчетные показатели свойств грунтов

Согласно СП 22.13330.2016 [7] (п. 5.3.14), расчетные значения характеристик грунтов устанавливаются на основе статистической обработки результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522-2012 [21].

Согласно ГОСТ 20522-2012 нормативное значение характеристик, выделенных ИГЭ рассчитывается как среднее значение показателей физических и механических свойств грунтов этих ИГЭ.

$$X_n = X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.3)$$

где n – число определений характеристики;

X_i – частные значения характеристики, получаемые по результатам отдельных i -х опытов.

Расчетные значение, согласно ГОСТ 20522-2012 устанавливают для характеристик, используемых в расчетах оснований и фундаментов (удельное сцепление, угол внутреннего трения, природная плотность) и получают их делением нормативной характеристики на коэффициент надежности по грунту.

$$X = \frac{X_n}{Y_g} \quad (2.4)$$

где Y_g – коэффициент надежности по грунту, который равен (формула 3):

$$Y_g = \frac{1}{1 \pm \rho_a} \quad (2.5)$$

где ρ_a – показатель точность X_n , который находится по формуле 2.6:

$$\rho_a = \frac{t_a V}{\sqrt{n}} \quad (2.6)$$

где t_a – коэффициент, принимаемый по таблице Ж.2 ГОСТ 20522-2012 приложение Ж в зависимости от заданной одной стороны доверительной вероятности α и числа степени свободы $K=n-1$.

В соответствии с п. 5.3.16 СП 22.13330.2012 [7] доверительная вероятность α расчетных значений характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\alpha = 0,95$, по деформации $\alpha = 0,85$.

Для выделенных элементов составлена таблица нормативных и расчетных значений показателей свойств дисперсных грунтов (таблица 2.2) и скальных грунтов (таблица 2.3).

Таблица 2.2
Нормативные и расчетные показатели свойств дисперсных грунтов

| Показатели | | | ИГЭ-1. Насыпной грунт. Щебенистый грунт магматических пород с суглинистым супесчаным заполнителем менее 30%, вдонасыщенный. | ИГЭ-2. Галечниковый грунт магматических пород с заполнителем 15%, грунт водонасыщенный | ИГЭ-3. Суглинок легкий пылеватый гравелистый 34%, тугопластичный |
|--|------------------------|----------------|--|--|--|
| Гранулометрический состав, содержание в % | галька/щебень (10-200) | | 65,3 | 56,7 | 23 |
| | гравий/дресва (2-10) | | 22,6 | 20,7 | 9,9 |
| | песок (0,1-2) | | 8,2 | 5 | 12,5 |
| | пыль (0,002-0,1) | | 4,9 | 10,3 | 52,3 |
| | глина (<0,002) | | 0,2 | 0,2 | 2,4 |
| Естественная влажность, д.е. | | W | 0,106 | 0,148 | 0,195 |
| Влажность на пределе | текучести, д.е | W _L | | | 0,265 |
| | раскатывания, д.е | W _p | | | 0,169 |
| Число пластичности | | I _p | | | 0,096 |
| Показатель текучести | | I _L | | | 0,279 |
| Плотность | грунта | ρ | 2,390 | 2,260 | 2,13 |
| | частиц грунта | ρ_s | 2,810 | 2,922 | 2,93 |
| | сухого грунта | ρ_d | 2,160 | 1,953 | 1,78 |
| Коэффициент водонасыщения, д.е | | S _r | 1,000 | 0,911 | 0,886 |
| Коэффициент пористости, д.е. | | e | 0,297 | 0,497 | 0,646 |
| Пористость, % | | n | 22,86 | 33,170 | 39,24 |
| Модуль деформации, МПа | | E | 45** | 39** | 19* |
| Удельное сцепление, кПа | | c | 4** | 4** | 28* |
| Угол внутреннего трения, град. | | ϕ | 45** | 45** | 22* |
| Расчетные значения | a=0,85 | ρ | 2,41 | 2,25 | 2,12 |
| | | c | 4 | 4 | 28 |
| | | ϕ | 45 | 45 | 22 |
| Расчетные значения | a=0,95 | ρ | 2,43 | 2,27 | 2,11 |
| | | c | 2,7 | 2,7 | 18,7 |
| | | ϕ | 39,1 | 39,1 | 19,1 |

Примечание: ** - значения приведены согласно «Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем...». Приложение 2, таб. 1,3 [77].

* - согласно СП 22.13330.2016. Приложение А, табл. А.2, А.3 [7].

Таблица 2.3

Нормативные и расчетные показатели свойств скальных грунтов

| Номер скважины - глубина | Плотность камня, г/см3 | | Коэффициент выветрелости $K_{\text{в.д.е.}}$ | Предел прочности | | Коэффициент размягчаемости $K_{\text{ср.д.е.}}$ | Водопоглощение $W_{\text{полг.}}$, % |
|--|------------------------|-------------------|--|------------------|----------|---|--|
| | средняя ρ | истинная ρ_s | | естеств. | водонас. | | |
| | | | | | | | |
| ИГЭ-4 Базальт морозный, прочный, слабовыветрелый, неразмягчаемый | | | | | | | |
| Xп-среднее | 2,610 | 2,857 | 0,906 | 90,380 | 66,780 | 0,750 | 1,390 |
| S-среднеквадратичное | 0,069 | 0,076 | | 17,413 | 11,957 | | |
| V-коэф. вариации | 0,026 | 0,027 | | 0,193 | 0,179 | | |
| Xa=0,85 - расчетное значение | 2,589 | 2,832 | | 84,639 | 62,839 | | |
| Xa=0,95 - расчетное значение | 2,574 | 2,816 | | 80,862 | 60,246 | | |

2.4 Гидрогеологические условия

Территория МО г. Норильск входит в Тунгусскую гидрогеологическую провинцию Восточно-Сибирского гидрогеологического региона. В пределах района выделяется Норильский бассейн подземных вод.

По данным изысканий прошлых лет, подземные воды встречены в скважинах на глубине 0,8-6,2 м, соответствует абсолютным отметкам 104,23-110,0 м.

Водоносный горизонт приурочен к насыпным грунтам, галечниковым и гравийным грунтам. Водоносный горизонт безнапорный, водоупором служат скальные грунты (базальты). Питание подземные воды получают за счет инфильтрации атмосферных осадков. Дополнительным источником питания подземных вод служат техногенные воды за счет утечек из водонесущих коммуникаций.

Движение их происходит от гипсометрически выше расположенных участков к более низким уровням.

По химическому составу по данным фондовых материалов [1] тип воды гидрокарбонатно-сульфатный магниевый-кальциевый, со слабощелочной реакцией.

На конструкции из бетона марки W₄ воды слабоагрессивные по содержанию агрессивной углекислоты, по остальным показателям воды неагрессивные к маркам бетона W₄, W₆, W₈, W₁₀₋₁₂ [1].

Степень коррозионной агрессивности на конструкции из железобетона и металла по содержанию хлоридов при постоянном и периодическом погружении неагрессивная, по сумме хлоридов и сульфатов воды среднеагрессивные.

К алюминиевой и свинцовой оболочкам кабеля воды среднеагрессивные [1].

2.5 Геологические процессы явления на участке

На участке изысканий к возможным неблагоприятным процессам и явлениям следует отнести морозное пучение грунтов и подтопление.

Морозное пучение. Морозное пучение возникает при увеличении в объеме грунтов в зимний период, при промерзании их в пределах глубины сезонного промерзания. Морозному пучению подвергаются среднепучинистые, сильнопучинистые, чрезмернопучинистые грунты.

Согласно СП 446.1325800.2019, Приложение Л, для любых крупнообломочных грунтов с заполнителем более 10% необходимо определять степень пучинистости. Учитывая неоднородный литологический состав техногенных грунтов (ИГЭ-1) рекомендуется рассматривать их как среднепучинистые [10].

В районе работ по данным изысканий прошлых лет наблюдаются изменения микрорельефа, вызванные процессом морозного пучения.

Согласно СП 115.13330.2016 (Акт. редакция СНиП 22-01-95), процесс морозного пучения в исследуемых границах относится к категории опасных процессов [11].

Подтопление. Инженерно-геологический процесс под действием техногенных и частично естественных факторов, при котором в результате нарушения водного режима за расчётный период времени происходит направленное повышение влажности грунтов и уровня подземных вод, нарушающих необходимые условия строительства или эксплуатации зданий и сооружений. Это происходит в результате воздействия увеличения влажности грунтов и подъёма уровня воды, при этом увеличивается интенсификация процесса просадки, набухания, пучения.

По данным изысканий, подземные воды вскрыты всеми скважинами на глубине 0,8-6,2 метра, что соответствует абсолютным отметкам 104,2-110,0 м. Водоупором служат суглинки галечниковые пластичномерзлые.

Во время проведения инженерно-геологических изысканий процесс подтопления был выявлен во всех скважинах.

Также дополнительным источником питания водоносного горизонта служат техногенные воды, которые способствуют подъёму уровня подземных вод. Категории опасности процесса подтопления согласно СП 115.13330.2016 (Акт. редакция СНиП 22-01-95) – весьма опасные [11].

Сейсмичность. Согласно картам общего сейсмического районирования ОСР-2015 по СП 14.13330.2018 сейсмическая интенсивность исследуемой территории по карте В – менее 6 баллов (сейсмически не опасный). Грунты участка изысканий по сейсмическим свойствам относятся к I, II и III категориям [12].

2.6 Геокриологические условия

Территория МО г. Норильск относится к Енисей-Путоранскому геокриологическому региону. Согласно СП 11-105-97 часть IV (прил. Л), описываемая территория расположена в области распространения многолетнемерзлых грунтов [13] (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Распространение многолетнемерзлых грунтов на территории Российской Федерации. Источник информации: геокриологическая карта СССР, 1991 г., МГУ им. Ломоносова, гл. редактор Э.Д. Ершов

Исследуемый участок расположен в пределах распространения сплошной толщи многолетнемерзлых грунтов и таликовых зон различного генезиса.

По способу промерзания горных пород мерзлая толща относится к эпигенетическому типу.

По данным инженерных изысканий прошлых лет, многолетнемерзлые грунты встречаются в северо-западной части в интервале 6,8-15,0 м и представлены базальтами. В интервале 3,0-6,8 м мерзлые грунты представлены насыпными грунтами.

На основании опыта изысканий и проектирования на территории НПР, мощность сезонного оттаивания мерзлых грунтов рекомендуется принять равной 4,0 м для насыпных и естественных крупнообломочных грунтов. Мощность слоя сезонного промерзания для насыпных и естественных крупнообломочных грунтов 4,5 м [1].

В естественных условиях многолетнемерзлые грунты обладают высокими прочностными свойствами. При сохранении температурного состояния мерзлых грунтов они будут служить надежным основанием для инженерных сооружений. Однако нарушение естественных условий при хозяйственном освоении территории приведет к деградации многолетнемерзлой толщи и к протаиванию мерзлой толщи, что вызовет снижение деформационно-прочностных свойств грунтов. В талом состоянии многолетнемерзлые глинистые грунты обладают от твердой до полутвердой консистенции, крупнообломочные грунты – от малой до средней степени водонасыщения.

2.7 Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка

Оценка категории сложности инженерно-геологических условий участка производится по совокупности факторов, указанных в СП 11-105-97 (Часть 4. Приложение Б) [13]. Если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по этому фактору.

На рассматриваемом участке следующие инженерно-геологические условия:

- геоморфологические условия. Площадка (участок) находится в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, нерасчлененная.

- геологические условия. Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется закономерно. Существенное изменение характеристик свойств грунтов и по глубине. Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.

- геокриологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой. Территория района работ характеризуется незначительной изменчивостью свойств грунтов по простирацию и глубине. Незначительной изменчивостью льдистости по простирацию и глубине; локальным развитием повторно-жильных и пластовых льдов.

- гидрогеологические условия в сфере взаимодействия здания и сооружений с геологической средой. Подземные воды имеют один выдержанный горизонт с однородным химическим составом.

- геологические и инженерно-геологические процессы имеют широкое распространение и оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов. В пределах проектируемого участка повсеместно развиты многолетнемерзлые породы (согласно СП 11-105-97 Часть IV, прил. Л) [13]. Техногенные воздействия и изменения освоенных территорий не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений и проведение инженерно-геологических изысканий.

Категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по совокупности всех факторов и, если какой-либо отдельный фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных проектных решений, то категорию сложности следует устанавливать по этому фактору.

На основе анализа природных факторов, инженерно-геологические условия территории размещения объекта относятся к III категории сложности по совокупности геоморфологических, геологических условий и распространения экзогенных процессов (СП 11-105-97 Часть IV, прил. Б) [13].

2.8 Прогноз изменения инженерно-геологических условий участка в процессе изысканий, строительства и эксплуатации сооружений

При освоении территории необходимо учитывать гидрогеологические условия и предрасположенность грунтов залегающих от дневной поверхности до глубины сезонного промерзания к пучению. Для предотвращения развития процессов пучения в период строительства и эксплуатации объектов следует руководствоваться требованиями п.6.8 СП 22.13330.2016 [7].

При проектировании фундаментов на основаниях сложенных пучинистыми грунтами, следует учитывать возможность повышения влажности грунта за счет подъема уровня подземных вод, инфильтрации поверхностных вод и экранирования поверхности.

Указанные характеристики следует устанавливать на основе опытных данных с учетом возможного изменения гидрогеологических условий.

Для предотвращения процессов подтопления, необходимо проводить:

- локальную защиту грунтов оснований;

- водоотведение;

- мониторинг за режимом подземных и поверхностных вод. Строительство на территории района рекомендуется проводить с применением комплекса защитных мероприятий по организации поверхностного стока.

На основе анализа природных факторов, инженерно-геологические условия участка размещения объекта относятся к III категории сложности по совокупности геоморфологических, геологических и сейсмических условий и распространения экзогенных процессов (СП 47.13330.2012, прил. А) [14], СП 14.13330.2018 [12].

3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

Проект инженерно-геологических изысканий на участке

3.1 Определение сферы взаимодействия сооружений с геологической средой и расчетной схемы основания

Конкретные задачи изысканий

Под сферой взаимодействия геологической среды с сооружением следует понимать подстилающую (вмещающую) сооружение область литосферы, внутри которой в результате взаимодействия с сооружением развиваются инженерно-геологические процессы [7].

Сферу взаимодействия необходимо знать для определения границ (площади и глубины) инженерно-геологической разведки.

Сфера взаимодействия может быть определена тогда, когда:

1. Определено точное местоположение проектируемого сооружения.
2. Разработаны его конструкции и режим эксплуатации (таблица 3.1).
3. Выявлены и изучены геологическое строение участка и его гидрогеологические условия.

На данном участке проектируется комплекс здания ГПК-13. В связи ранее проведенными инженерно-геологическими работами [5] рекомендуются сваи стойки.

Таблица 3.1

Техническая характеристика сооружений

| Наименование сооружения | Габариты, м | Тип фундамента | Этажность | Предполагаемая глубина заложения свай, м | Проектируемая нагрузка на основание | Уровень ответственности |
|-------------------------|-------------|----------------|-----------|---|-------------------------------------|-------------------------|
| ГПК-13 | 30x25 | Свай-стойки | 2 | В зависимости от залегания коренных пород | до 15 т на сваю | II |

Сфера воздействия проектируемого сооружения, на свайном фундаменте, на геологическую среду ограничена:

- по площади – контуром расположения проектируемого сооружения и территорией благоустройства (2-3 м);
- по глубине – нижняя граница активной зоны, принимаемой в зависимости от типа фундамента и нагрузки на него [5].

Согласно СП 11-105-97 (Часть IV) [13], границами сферы взаимодействия здания с геологической средой в плане будут являться размеры здания и дополнительно 1-2 м (с каждой стороны) – территория благоустройства. Территория благоустройства принимается равной 2 м.

Основанием сооружения служат скальные грунты, следует применять свайные фундаменты из свай-стоек, согласно СП 25.13330.2016 п. 6.4.7 [29]. В связи с тем, что в проекте будут использованы сваи-стойки под проектируемое сооружение ГПК-13, расчеты ведутся только по несущей способности и сфера взаимодействия для этого сооружения не определяется, так как грунт не дает осадку.

Сваи следует погружать, как правило, буроопускным способом в скважины, диаметр которых не менее чем на 15 см превышает наибольшие сечения свай, с заполнением свободного пространства цементно-песчаным или другим раствором по проекту [29].

Если в пределах сферы взаимодействия залегают скальные грунты, то выработки проходят на 2-3 м ниже кровли слабовыветрелых грунтов или подошвы фундамента при его заложении на скале [29].

В нашем случае предполагаемая глубина заложения свай будет определяется глубиной залегания коренных пород и их качеством.

По данным фондовых материалов в районе участка исследуемой территории глубина горных выработок назначалась заказчиком и составляла 7-15 м [1].

Диаметр скважины в проекте 112 мм, расстояние между осями свай – не менее диаметра скважины плюс 1 м при ее диаметре 1 м и более [29].

В связи с тем, что район работ расположен в зоне распространения ММГ и фазовые переходы воды в лед, миграции воды, сегрегации льда, усадка и др. неизбежны, ряд физико-механических и физико-химических процессов может вызывать пучение грунтов под которым следует понимать процесс формирования напряженно-деформированного состояния приводящего к увеличению линейных и объемных размеров пород [96].

Условия морозного пучения:

- грунт должен быть пучинистым;
- должна быть отрицательна температура;
- определенная влажность грунта [94].

Кроме того для расчета оснований и фундаментов на воздействие сил морозного пучения грунтов слой сезонного промерзания-оттаивания необходимо характеризовать:

- относительная деформацией (интенсивностью) морозного пучения ε_{fh} – отношением h_f к толщине промерзающего слоя d_f ;
- абсолютной деформацией морозного пучения (h_f), представляющей подъем ненагруженной поверхности промерзающего грунта;
- удельным значением касательной силы морозного пучения τ_{fh} , действующей вдоль боковой поверхности фундамента.
- вертикальным давлением морозного пучения $p_{fh,v}$, действующим нормально к боковой поверхности фундамента;
- горизонтальным давлением морозного пучения $p_{fh,h}$, действующим нормально к боковой поверхности фундамента [29].

Расчет оснований фундаментов при использовании многолетнемерзлых грунтов по II принципу нагрузки на основание следует определять, как правило, с учетом совместной работы основания и сооружения [29].

Расчетные сопротивления оттаявших и оттаивающих грунтов вдоль боковой поверхности свай, следует брать с понижающими коэффициентами: 0,8 – для глинистых грунтов, 0,9 – для песчаных водонасыщенных грунтов, для других грунтов понижающие коэффициенты определяются по опытным данным [29]. Кроме того, расчет устойчивости фундаментов на воздействие касательных сил морозного пучения, действующих вдоль боковой поверхности фундаментов, должен выполняться при заложении подошвы фундаментов ниже расчетной глубины промерзания пучинистых грунтов [7].

3.1.2 Расчет несущей способности свай-стойки

Для свай-стоек опирающихся на не выветрелые скальные грунты (без слабых прослоек), R следует определять по формуле:

$$R=R_m=\frac{R_{c,m,n}}{\gamma_g} \quad (3.1)$$

где R_m – расчетное сопротивление массива скального грунта под нижним концом свай-стойки, определяемое по $R_{c,m,n}$ – нормативному значению предела прочности на одноосное сжатие массива скального грунта в водонасыщенном состоянии, кПа;

γ_g – коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным 1,4.

Значения характеристик R_m и $R_{c,m,n}$ допускается принимать равным:

$$R_m=R_c K_s, R_{c,m,n}=R_{c,n} K_s \quad (3.2)$$

R_c и $R_{c,n}$ – соответственно расчетное и нормативное значения предела прочности на одноосное сжатие скального грунта в водонасыщенном состоянии, кПа, определяются по результатам испытаний образцов отдельностей (монолитов) в лабораторных условиях;

K_s – коэффициент, учитывающий снижение прочности ввиду трещиноватости скальных грунтов, принимаемый по таблице 7.1 СП 24.13330.2011 [5].

В полевых журналах, приведенных в фондовых материалах 2018 г. [1] базальты – порфиновый, гломеропорфиновый (порода порфировая до гломеропорфировой), текстура массивная темно-серый, серый, слабо трещиноватая (трещины скола расположены под углом 30-50° к оси керна, полости ослабления в среднем через 1-1,5 м [10]), основная масса тонкозернистая.

Предел прочности в среднем составляет $R_{сж}(ест.)=90,38$ МПа, $R_{сж}(вод)=66,78$ МПа. В расчете используются значения одноосного сжатия в водонасыщенном состоянии, как более слабых пород.

K_s принимаем равным 0,80 [5].

$$R_m=66780*0,80=53424 \text{ кПа.}$$

Значение R следует принимать не более 20000 кПа и не менее величины расчетного сопротивления под нижним концом свай для крупнообломочных грунтов с песчаным заполнителем и с углом внутреннего трения $\phi_1=32^\circ$ согласно 7.2.7 СП 24.13330.2011 [5].

3.2 Обоснование видов и объемов проектируемых работ

Объемы и виды проектируемых работ определяются типом сооружения, этапом исследований, сложностью инженерно-геологических условий с действующими нормами.

Обязательными видами работ, независимо от уровня ответственности объектов строительства и типов свайных фундаментов, являются бурение скважин, лабораторные исследования и статическое или динамическое зондирование [СП 24.13330.2011, СП 25.13330.2012].

Таким образом, проектируются следующие виды работ:

- сбор и обработка материалов изысканий;
- топогеодезические работы;
- проходка горных выработок;
- опробование;
- лабораторные исследования грунтов, подземных вод;
- камеральная обработка материалов и составление технического отчета.

Для решения задач, поставленных на стадии рабочей документации необходимо провести следующие виды работ (СП 11.105-97 Часть IV) [13].

Сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет

Сбор и обработку материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо выполнять для каждого этапа подготовки проектной документации, с учетом результатов сбора на предшествующем этапе СП 11-105-97. (Часть IV п. 5.2) [13], СП 446. 1325800.2019 [10].

В состав материалов, подлежащих сбору и обработке, следует, как правило, включать сведения о климате, гидрографической сети района исследований, характере рельефа, геоморфологических особенностях, геологическом строении, гидрогеологических условиях, геологических, инженерно-геологических и криогенных процессах, физико-механических свойствах грунтов, составе подземных вод, для районов с распространением ММГ: глубины сезонного промерзания и оттаивания, средней годовой температуре грунтов, залегании повторно-жильных и пластовых льдов, криогенных процессах и образованиях, условий залегания.

В данной работе также использованы фондовые материалы [1]. Возможность использования результатов инженерно-геологических изысканий прошлых лет 2 года в нашем случае, для застроенных (освоенных) территорий (СП 47.13330.2016, табл. 6.1) [14].

Топогеодезические работы

Топогеодезические работы применяются с целью обеспечения буровых работ и опробования грунтов геодезической сеткой. Основными работами являются плановая и высотная привязка скважин. Проектируется планово-высотная привязка 3 устьев скважин.

Топогеодезические работы планируется выполнить электронным тахеометром Leica TS03 R500 (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Электронный тахеометр Leica TS03 R500

Одновременно с топографо-геодезическими работами планируется проведение рекогносцировочного обследования территории изысканий, в задачи которого входит: осмотр места изыскательских работ, визуальная оценка рельефа и выбор мест расположения скважин и точек полевых испытаний грунтов [13].

В процессе обследования должны быть выявлены основные особенности участка строительства и определена возможность проведения полевых работ.

Количество точек наблюдений, в том числе горные выработки, следует определять в зависимости от категории сложности инженерно-геологических условий, с учетом степени обнаженности исследуемой территории и отдельных ее частей [13]. Количество выработок следует определять с учетом ранее пройденных выработок. Согласно фондовым материалам [1] ранее пройдено достаточно выработок дополнительно необходимо пройти выработки с учетом ожидаемых изменений – инженерно-геологических условий.

Буровые работы

Проходка горных выработок осуществляется с целью:

- установления или уточнения геологического разреза, условий залегания грунтов и подземных вод;
- определения глубины залегания уровня подземных вод;
- отбора образцов грунтов для определения их состава, состояния и свойств, а также проб подземных вод для их химического анализа [13].

Намечаемые в программе изысканий способы бурения скважин должны обеспечивать высокую эффективность бурения, необходимую точность установления границ между слоями грунтов (отклонение не более 0,25-0,50 м), возможность изучения состава, состояния и свойств грунтов, их текстурных особенностей [19].

В соответствии с СП 11-105-97 (Часть IV) (п.8.3) [13], горные выработки следует располагать по контурам и (или) осям проектируемых зданий и сооружений, в местах резкого изменения нагрузок на фундаменты, глубины их заложения, на границах различных геоморфологических элементов.

Расстояния между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений в соответствии с таблицей 8.1. СП 11-105-97 (Часть IV) [13].

Для проектируемых зданий II уровня ответственности и III категории сложности инженерно-геологических условий, расстояние между горными выработками должно составлять 15-20 м и располагаться по контурам здания или осям. Общее количество

горных выработок в пределах контура каждого здания и сооружения II уровня ответственности должно быть, как правило, не менее трех, включая выработки, пройденные ранее (п.8.4 СП 11-105-97 (Часть IV)). Таким образом, проектируются бурение 3-х скважин под строительство ГПК-13.

Расстояние между горными выработками следует устанавливать с учетом ранее пройденных выработок в зависимости от сложности инженерно-геокриологических условий и уровня ответственности проектируемых зданий и сооружений [13].

При расположении горных выработок по оси здания, расстояние между ними рассчитываем по формуле:

$$R_2 = \frac{\sqrt{30^2 + 25^2}}{2} = 19,5 \text{ м}$$

Рассчитанное расстояние между скважинами соответствует рекомендациям СП 11-105-97 (Часть IV) п.8.4 [13].

Схема расположения проектируемых зданий и проектных скважин представлена на листе 2 графических приложений. В соответствии со схемой расположения проектных работ необходимое количество скважин – 3.

Глубину горных выработок при изысканиях для зданий и сооружений следует назначать в зависимости от типов фундамента, состояния, состава, температуры, льдистости грунтов и принципов использования в качестве основания [13].

При опирании или заглублении свай в скальные грунты глубину горных выработок следует принимать ниже проектируемой глубины погружения нижнего конца сваи на 2-3 м ниже кровли слабовыветрелых грунтов СП 11-105-97 (Часть IV) табл. 8.2) [13].

Глубина выработок принята 7-15 м, общий объем бурения составляет 32 м.

Полевые работы

Полевые опытные работы позволяют изучать свойства грунтов в условиях их естественного залегания.

Полевые исследования грунтов выполняют в соответствии с ГОСТ 30672-2012 [73]. Выбор методов полевых исследований грунтов следует осуществлять в зависимости от решаемых задач, состава, строения и состояния изучаемых грунтов, категории сложности и степени изученности инженерно-геологических условий, глубины заложения и типов проектируемых фундаментов, уровня ответственности зданий и сооружений. Полевые исследования грунтов рекомендуется сочетать с другими методами определения свойств грунтов для выявления взаимосвязи между характеристиками, определяемыми различными методами [10].

Для определения плотности грунта в естественных условиях применяют метод лунки по ГОСТ 28514-90 [25]. Метод распространяется на пылеватые, глинистые, песчаные, крупнообломочные грунты.

Метод заключается в установлении отношения массы пробы грунта к его объему при условии, что из слоя испытательного грунта отбирают пробу необходимого объема, которую замещают однородной средой с известной плотностью.

Опробование

Инженерно-геологическое опробование проводится с целью получения классификационных показателей стратиграфо-генетических комплексов пород и

определения физико-механических свойств грунтов. Опробуются все типы стратиграфических образований и литологических разностей пород, развитых в пределах площадки.

Отбор, упаковка, хранение и транспортирование образцов выполняют по требованиям ГОСТ 12071-2014 [20], а специфических и мерзлых грунтов – обосновывают в программе работ.

Отбор образцов выполняют в объеме, обеспечивающем разделение разреза на инженерно-геологические элементы. Общее количество образцов должно быть достаточным для получения статистически обеспеченных характеристик выделенных инженерно-геологических элементов согласно ГОСТ 20522-2012 [21].

Выбор вида и состава лабораторных определений характеристик грунтов производят в соответствии с приложением Е приведенном в СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания. Общие положения [14].

Отбор проб, обработка, хранение и транспортировка выполняются в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [20].

При отборе проб нарушенной структуры применяется точечный метод отбора проб. Точечный метод заключается в том, что отбирается образец с метра опробования (точка) – не большого размера. Для отбора образцов грунта с целью сохранения влажности производится бурение с пониженным числом оборотов бурового инструмента, не более 60 об/мин.

Все образцы с ненарушенной структурой, подлежат парафинированию с целью сохранения их целостности и природной влажности [20].

Каждая разность мерзлого грунта, выделенная по типу криотекстуры, опробуется бороздой для определения суммарной влажности (протяженность борозды не более 2,0 м). В пределах борозды отбирается монолит для определения объемного веса (плотности) и коэффициента сжимаемости грунта. Точечная проба должна быть представительной для данной разности грунта и характеризовать его особенности. Все пробы мерзлого грунта после отбора хранятся в термосумке и доставляются в хранилище с отрицательной температурой воздуха.

Необходимы лабораторные испытания приведены согласно Приложение Л, СП 446.1325800.2019 [10].

При отсутствии требуемых для расчетов данных следует обеспечить по каждому выделенному инженерно-геологическому элементу получение частных значений в количестве не менее 10 характеристик состава и состояния грунтов или не менее 6 характеристик механических (прочностных и деформационных) свойств грунтов [13].

Количество частных значений характеристик грунта для проектируемых сооружений приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Количество частных значений характеристик грунтов по результатам лабораторных исследований

| ИГЭ | Плотность, ρ | Плотность частиц грунта, ρ_s | Влажность грунта, W | Влажность на границе текучести, W_l | Влажность на границе раскатывания, W_p | Гранулометрический состав | Одноосное сжатие, $R_{сж}$ | Касательные силы морозного пучения, τ | Истираемость | Монолит | Наруш. |
|---|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|--|--------------|---------|--------|
| 1. Насыпные грунты (щебенистый грунт с суглинистым и супесчаным заполнителем), с заполнителем менее 30% | 10 ¹ | 10 | 10 ¹ | - | - | 10 | - | 10 ³ | 6 | - | 10 |
| Прослой суглинка тугопластичного в ИГЭ-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | - |
| 2. Галечниковый грунт с заполнителем до 15%. | 4 ¹ | 4 | 4 ¹ | - | - | 4 | - | 4 ³ | 4 | 4 | - |
| 3. Суглинок легкий пылеватый, гравелистый, тугопластичный | 1 | 1 | 1 | 1 ² | 1 ² | 1 | - | 1 ³ | - | 1 | - |
| 4. Базальт морозный, прочный, слабовыветрелый | 10 | 10 | 10 | - | - | - | 6 | - | 6 | 10 | - |
| Итого: | 26 | 26 | 26 | 2 | 2 | 16 | 6 | 16 | 16 | 16 | 10 |

¹ влажность заполнителя

² с глинистым заполнителем более 30%.

³ для крупнообломочных грунтов с содержанием глинистого заполнителя более 10% массы [10].

Минимальное число определений характеристик грунтов или фиксируемых в опытах значений должно быть шесть согласно ГОСТ 20522-2012 п. 4.10 [21].

В случае если мощности ИГЭ недостаточно для необходимого количества лабораторных испытаний с целью статистической обработки данных, будут использоваться фондовые материалы прошлых лет [1].

Интервал опробования определяется по следующей формуле:

$$n = (H_{cp}/N) * \text{кол-во скв.} \quad (3.1)$$

где n – интервал опробования, м

H_{cp} – средняя мощность инженерно-геологического элемента, м

N – необходимое количество образцов.

Интервалы опробования для образцов нарушенной структуры:

– n (ИГЭ-1) = $(4,6/10)*3 = 1,4$ м

$$- n (\text{ИГЭ-1a}) = (2,2/10) \cdot 3 = 0,7 \text{ м}$$

$$- n (\text{ИГЭ-2}) = (3,2/10) \cdot 3 = 1,0 \text{ м}$$

Интервалы опробования для монолитов:

$$- n (\text{ИГЭ-3}) = (1,2/10) \cdot 3 = 0,4 \text{ м}$$

$$- n (\text{ИГЭ-4}) = (4,9/10) \cdot 3 = 1,5 \text{ м}$$

Отбор проб грунта будет производиться через 1,0 м.

Итого отбор образцов нарушенной структуры – 10 штук, монолиты (в том числе скальные грунты) – 16 штук.

Проектируемые точки опробования показаны красным цветом на инженерно-геологическом разрезе (Графическое приложение. Лист 2) .

Лабораторные исследования

Лабораторные исследования грунтов следует выполнять с целью определения их состава, состояния, физических, механических, химических свойств для выделения классов, групп, подгрупп, тип, видов и разновидностей в соответствии с ГОСТ 25100-2011, определения их нормативных и расчетных характеристик, выявления степени однородности (выдержанности) грунтов по площади и глубине, выделения инженерно-геологических элементов, прогноза изменения состояния и свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации объектов [20].

Лабораторные исследования по определению химического состава подземных и поверхностных вод, а также водных вытяжек из глинистых грунтов необходимо выполнять в целях определения их агрессивности к бетону и стальным конструкциям, коррозионной активности к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабелей, оценки влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов (карст, химическая суффозия и др.) и выявления ореола загрязнения подземных вод и источников загрязнения [27]. Объемы проектируемых работ приведены в таблице 3.3.

Камеральные работы

Камеральная обработка проектируется после завершения всех запланированных полевых и лабораторных работ. Главная задача камеральных работ является составление отчета об инженерно-геологических условиях участка проектируемого строительства, содержащего все сведения, предусмотренные проектом, рекомендации по учету влияния инженерно-геологических факторов на проектируемое сооружение.

Отчет об инженерно-геологических условиях участка должен содержать:

- графическую часть в виде инженерно-геологических разрезов, карт различного содержания, графиков и т.д.;
- пояснительную записку;
- сводную таблицу нормативных и расчетных показателей свойств грунтов для инженерно-геологических элементов.

Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ (текущую, предварительную) и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательную камеральную обработку и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий).

Виды и объёмы инженерно-геологических изысканий для стадии рабочей документации приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3
Виды и объемы работ

| Наименование работ | Единица измерения | Объем работ | Примечание |
|--|-------------------|-------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Топогеодезические работы | | | |
| Топогеодезические работы | га | 2 | СП 317.1325800.2017 |
| 2. Буровые работы | | | |
| Колонковое бурение | п.м | 32 | РСН 74-88 15м*1=15 м 7м*1=7 м 10м*1=10 м |
| Количество скважин | шт. | | 3 |
| 3. Опробование горных выработок | | | |
| Отбор образцов грунта ненарушенной структуры (в том числе скальные) | монолит | 10 | ГОСТ 12071- 2014 |
| Образцы нарушенного сложения | мешки | 14 | |
| Отбор проб воды | проба | 1 | ГОСТ 31861- 2012 |
| 4. Полевые работы | | | |
| Определение плотности грунта методом лунки | образец | 6 | ГОСТ 28514- 90 |
| 5. Лабораторные исследования дисперсных грунтов и крупнообломочных грунтов | | | |
| Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм | образец | 16 | ГОСТ 12536- 2014 |
| Определение влажности | образец | 16 | ГОСТ 5180- 2015 |
| Определение границы текучести и раскатывания | образец | 2 | |
| Определение плотности грунта методом гидростатического взвешивания | образец | 10 | |
| Определение плотности грунта методом режущего кольца | образец | 2 | |
| Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом | образец | 16 | |
| Касательные силы морозного пучения | образец | 6 | ГОСТ Р 56726- 2015 |
| Истираемость | образец | 10 | ГОСТ 8269.0- 97 |
| Степень пучинистости ¹ | образец | 6 | ГОСТ 28622- 2012 |
| Набухание и усадка ¹ | образец | 2 | ГОСТ 12248- 2010 |
| 6. Скальные грунты | | | |
| Предел прочности на одноосное сжатие в естественном и водонасыщенном состоянии | образец | 12 | ГОСТ 12248- 2010 |
| Изготовление кубика размером 5х5х12,5 см со шлифовкой граней из прочных пород | образец | 12 | |
| Водонасыщение | образец | 10 | ГОСТ 8269.0- |

| | | | |
|--|---------|----|---|
| | | | 97 |
| Определение истинной плотности | образец | 10 | ГОСТ 8269.0-97 |
| Определение влажности | образец | 12 | ГОСТ 5180-2015 |
| Плотность грунта методом гидростатического взвешивания | образец | 10 | ГОСТ 5180-2015 |
| Истираемость | образец | 6 | ГОСТ 8269.0-97 |
| <i>7. Прочее</i> | | | |
| Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали | образец | 1 | ГОСТ 9.602-2016 |
| Определение коррозионной агрессивности грунтов к бетону и железобетону | образец | 1 | СП 28.13330.2016 |
| Коррозионная агрессивность к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля | образец | 1 | ГОСТ 9.602-2005 |
| Приготовление водной вытяжки (коррозия грунтов) | образец | 1 | |
| Засоленность грунтов | образец | 3 | ГОСТ 27753.4-88 |
| Химический состав грунтовых вод и углекислотная агрессивность | образец | 1 | Нормативные документы согласно СП 11-105-97 (Часть IV) приложение К |
| <i>8. Камеральная работа</i> | | | |
| Обработка результатов буровых работ | п.м | 32 | |
| Камеральная обработка материалов буровых работ прошлых лет | отчет | 1 | |

Примечание: 1 – определение набухания, усадки и степени пучинистости может выполняться при прогнозе изменения ИГУ.

Количество точек наблюдений (в том числе горных выработок) при проведении инженерно-геологической съемки соответствующего масштаба следует определять в зависимости от категории сложности инженерно-геологических условий с учетом степени обнаженности исследуемой территории или отдельных ее частей, в соответствии с табл. 6.1 в СП 11-105-97 (Часть IV) [13].

Согласно СП 11-105-97, (Часть IV, прил. М). Схемы распространения засоленных грунтов на территории России, в районе г. Норильска возможен континентальный тип засоления, залегающих с поверхности, согласно этому заложены испытания на засоленность грунтов верхних метров.

В таблицу 3.3 также дополнительно добавлены испытания на определение степени пучинистости грунтов, определение набухания и усадки согласно СП 446.1325800.2019 [10] для заполнителей крупнообломочных грунтов и дисперсных грунтов.

Определение пучинистости грунтов предусмотрено выше глубины сезонного промерзания-оттаивания.

При проектировании фундаментов на основаниях, сложенных пучинистыми грунтами, следует учитывать возможность повышения влажности грунта за счет подъема уровня подземных вод, инфильтрации поверхностных вод и экранированности поверхности.

Поэтому на фундамент возможно воздействие касательных и нормальных сил пучения (рисунок 3.1).

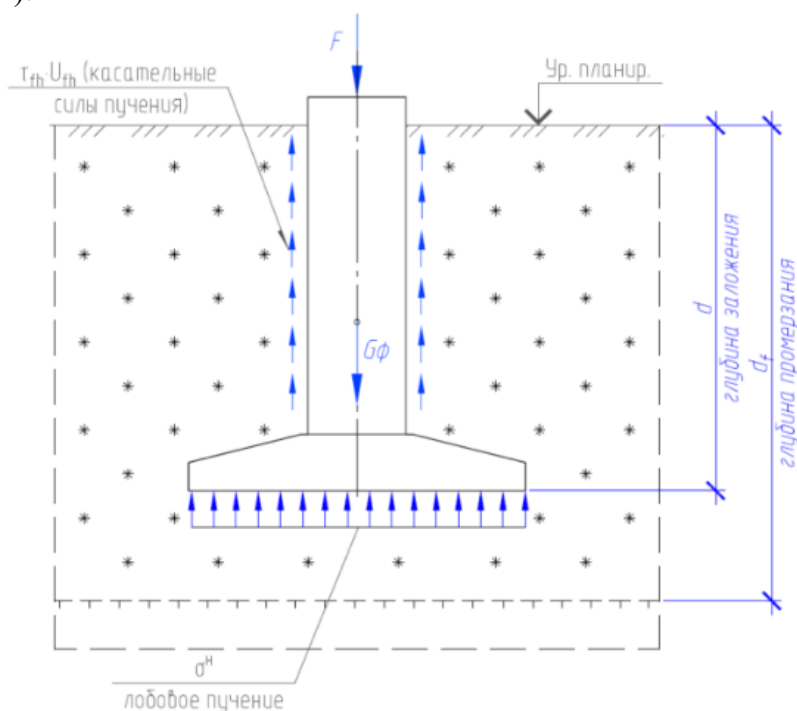


Рисунок 3.2 – Схема воздействия лобовых (нормальных) и касательных сил морозного пучения на фундамент

Определение касательных сил пучения по ГОСТ Р 56726-2015 [39] допускается для крупнообломочных грунтов с заполнителем более 10%. Касательные силы морозного пучения определяются по значению устойчивого сопротивления сдвигу образца мерзлого грунта относительно поверхности образца фундамента.

Согласно СП 446.1325800.2019, прил. Л [10] степень пучинистости, может выполняться для крупнообломочных грунтов с содержанием глинистого заполнителя более 10%, также допускаются включения в образец грунта до 20 мм [24].

Испытания на набухание и усадку могут быть выполнены для прослая суглинка в техногенном грунте и ИГЭ-3 суглинка тугопластичного гравелистого, согласно требованиям СП 446.132800.2019, прил. Л для прогноза изменения инженерно-геологических условий [10].

3.3 Методика проектируемых работ

Топогеодезические работы

Топографо-геодезические работы выполняются для планово-высотной выноски и привязки проектных и пробуренных по проекту скважин. Выноска точек заложения проектных скважин выполняется в соответствии с требованиями «ГКИНП (ОНТА)–02-262-02. Инструкции по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS» [79]; «ГКИНП-02-033-82. Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500» [80]. После окончания бурения осуществляется привязка фактического местоположения устья скважины, также, с помощью GPS – приемника или электронного геодезического оборудования.

Результатом геодезических работ является составление планово-высотной привязки положения сооружений и данных привязки основных строительных осей сооружений к геодезической основе.

Выполнение инженерно-геодезических изысканий как отдельно, так и в составе инженерно-геологических изысканий должны отвечать требованиям СП.317.1325800.2017 [72].

Буровые работы

Общий объем бурения составит 32 п.м. (3 скважины). В рамках данного проекта применяются буровые установки УРБ-2А2 на базе ЗИЛ-131.

Геолого-технические условия проходки скважин:

Все скважины – вертикальные;

Максимальная глубина по всем скважинам – 15 м;

Бурение должно выполняться колонковым способом «в сухую», диаметрами 89-219 мм в соответствии с СП 47.133330.2016 [14] и СП 11-105-97. Часть IV (прил. Г) [13].

Начальный диаметр бурения составит 112 мм, основной – 93 мм твердосплавными коронками М6 по крупнообломочным грунтам и СМ5 по скальным грунтам. До скального грунта будет производиться обсадка скважин трубами диаметром 108 мм с целью предотвращения обрушения стенок скважин. Для обеспечения представительного керна бурение – укороченными интервалами (0,2-0,5 м) «в сухую».

Предположительно выход керна 80-95%.

Особенностью колонкового бурения «в сухую» является низкая частота вращения, без принудительного удаления продуктов разрушения, с получением керна и отделением последнего путем затирки «в сухую» и транспортированием в колонковой трубе, с закреплением стенок обсадными трубами [82].

Проектный литологический разрез на примере скважины №3 представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Геотехническая характеристика пород

| № п/п | Разновидности грунтов | Средняя плотность, г/см ³ | Группа пород по буримости |
|-------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Насыпной грунт – щебенистый с | 2,40 | III |

| | | | |
|----|---|------|----|
| | суглинистым и супесчаным заполнителем | | |
| 2. | Галечниковый грунт с заполнителем | 2,27 | IV |
| 3. | Суглинок легкий пылеватый, гравелистый, тугопластичный | 2,12 | IV |
| 4. | Базальт морозный, прочный | 2,61 | IX |

Примечание: Группа пород по буримости по данным справочного материала для колонкового бурения [82].

Конструкция инженерно-геологических скважин

По назначению скважины инженерно-геологические – разведочные, предназначенные для детального изучения геологического разреза.

Правила отбора образцов при бурении: образцы нарушенного сложения отбираются непрерывно. Допускается отбор образцов через определенные интервалы (при большом числе скважин на площадке) [82].

К конструкции инженерно-геологических скважин предъявляются следующие требования:

1. Конструкция инженерно-геологических скважин должна соответствовать современному состоянию производства изыскательских работ и отвечать требованиям по их соответствию развитию технического прогресса в сфере геологических изысканий. Конкретно, необходимо учитывать все более широкие применения в проведении изысканий полевых методов, постоянное совершенствование технологии и техники отбора монолитов в следствии внедрения грунтоносов, более широкого использования каротажных методов, новейшего опытно-фильтрационного оборудования.

2. Конструкция скважин должна учитывать все существующие нормативно-методические документы (СП, инструкции, стандарты, указания и рекомендации). В соответствии с ГОСТ 12071-2014 должны использоваться грунтоносы с внутренним диаметром не менее чем 9 см. Соответственно, диаметр скважин, используемых для отбора монолитов, должен быть не менее 127 мм в диаметре [20].

3. Конструкция скважины должна учитывать современное техническое состояние оснащения при проведении геологических изысканий буровыми станками и другим изыскательским оборудованием.

4. При создании конструкции скважин необходимо учитывать применение технологии прогрессивных методов бурения.

По своему назначению скважины делятся: 1) зондировочные, 2) разведочные, 3) гидрогеологические, 4) специальные.

Проектом предусмотрены инженерно-геологические скважины, в количестве 3-х штук. Бурение намечено до 15 м до встречи коренных пород (Графическое приложение Лист 4).

Начальный диаметр бурения 112 мм.

0–2 м – насыпной грунт представленный грунтом щебенистым с суглинистым и супесчаным заполнителем,

2–5 м – галечниковый грунт с заполнителем,

5–5,8 м – суглинок тугопластичный. Конструкция скважины должна предусматривать вход в скальные породы хотя бы на 0,5 м. Для исключения обвала стенок скважины будут использоваться обсадные трубы диаметром 108 мм. По скальным породам

предусматривается бурение меньшим диаметром – 93 мм до глубины 10 м. Для отбора монолитов будут использованы грунтоносы типа ГВ-1.

Выбор способа бурения

Способ бурения необходимо выбирать в зависимости от свойств проходки грунтов, назначения и глубины скважины, а также условий производства работ. При этом выбранный способ бурения должен обеспечивать наиболее качественную геологическую документацию и достаточно высокую производительность [82].

При выборе способов бурения, конструкций скважин, типов буровых станков, инструментов и режимов выполнения проходки скважины решающее значение имеют следующие основные факторы:

- основное предназначение скважин;
- проектная глубина скважины;
- прочность пород и их устойчивость к обрушению стенок скважины;
- геологические условия ведения буровых работ.

Скважины планируется пройти колонковым механическим способом «всухую» с полным отбором керна.

Колонковое бурение – один из наиболее широко распространенных способов проходки скважин.

Основные преимущества колонкового бурения: универсальность, т.е. возможность проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород, возможность получения керна с незначительными нарушениями природного сложения, большая глубина проходки скважин, сравнительно небольшие мощности, возможность получения качественного керна [83].

Сущность колонкового бурения – вращательное бурение кольцевым забоем, в основном твердосплавным породоразрушающим инструментом (коронками) [82].

Выбор буровой установки

Основные факторы, определяющие выбор буровой установки – целевое назначение, глубина бурения, конечный диаметр скважин, характер и свойства проходимых грунтов, природные условия местности (рельеф, растительность, климат и др.) [82].

Выбираемая буровая установка должна быть в достаточной степени эффективной технически и экономически, обладать хорошей транспортабельностью, проходимостью, маневренностью.

В проекте планируется использование буровой установки УРБ 2А2 на базе ЗИЛ-131 (рисунок 3.2, 3.3). Техническая характеристика приведена в таблице 3.5.

Буровая установка УРБ 2А2 предназначена для бурения геофизических и структурно-поисковых скважин на нефть и газ, разведки месторождений твердых полезных ископаемых, строительных материалов и подземных вод, инженерно-геологических изысканий, а также бурения водозаборных и взрывных скважин

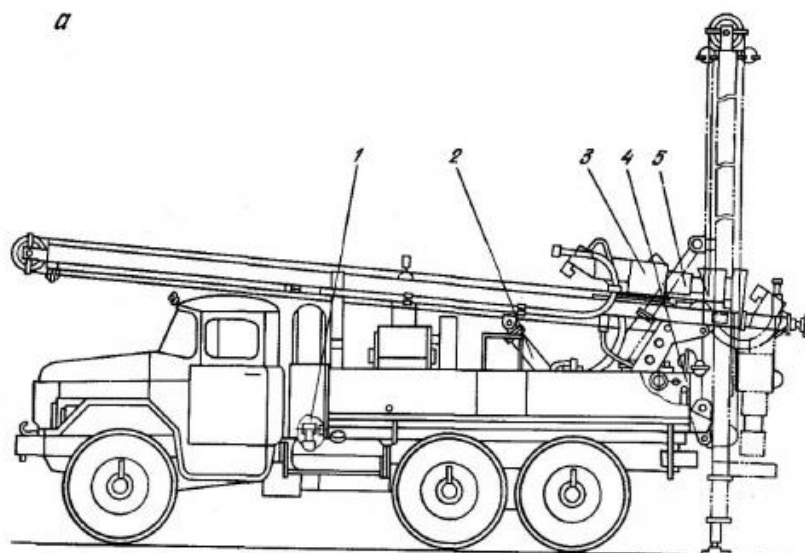


Рисунок 3.3 – Буровая установка УРБ-2А2. а – вид сбоку.

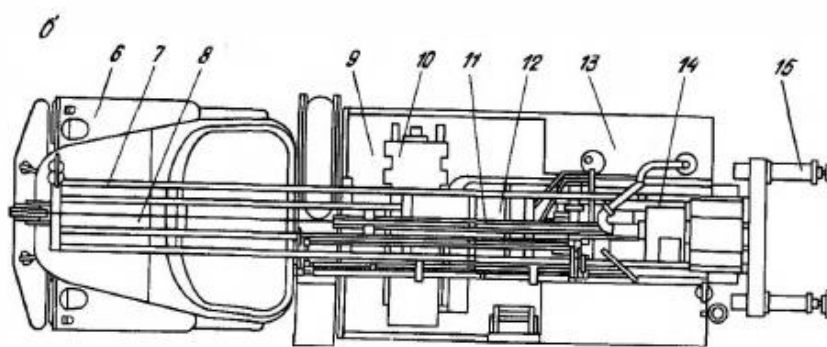


Рисунок 3.4 – Буровая установка УРБ-2А2. б – вид сверху.

1 – коробка отбора мощности; 2 – цилиндр подъема мачты; 3 – вращатель; 4 – пульт управления; 5 – элеватор для труб и петрон для шнеков; 6 – автомобиль; 7 – мачта; 8 – талевая система; 9 – рама; 10 – установки бурового насоса и компрессора; 11 – гидродомкрат подачи; 12 – раздаточная коробка; 13 – обвязка гидросистемы; 14 – каретка; 15 – опорный домкрат [82].

Все механизмы, входящие в установку УРБ 2А2 смонтированы на собственной раме, прикрепленной к шасси ЗИЛ 131, и приводятся в действие от его двигателя. Установка имеет перемещающийся вращатель с гидроприводом, который используется в процессе бурения, наращивания бурильного инструмента без отрыва его от забоя и выполняет совместно с гидроподъемником работу по спуску и подъему инструмента и его подачу при бурении.

Мощность и кинематика вращателя обеспечивают также свинчивание – развинчивание бурильных труб, благодаря чему отпадает необходимость в специальных механизмах. Управление установкой полностью гидрофицировано, в том числе подъем и опускание мачты.

Таблица 3.5

Технические характеристики установки УРБ 2А2 [82]

| | |
|--|--|
| Шасси | ЗИЛ 131 |
| Номинальная глубина бурения, м | |
| - сейсмических скважин | 100 |
| - структурно-картировочных скважин | 200 |
| - при продувке забоя воздухом | 30 |
| - при шнековом бурении | 30 |
| Начальный диаметр скважины, мм | 190 |
| Конечный диаметр, мм для скважин | |
| - структурно-картировочных | 93 |
| Тип вращателя | Подвижный |
| Частота вращения инструмента, об/мин | 140; 225; 325 |
| Ход вращателя, мм | 5200 |
| Крутящий момент вращателя (при давлении в гидросистеме 8,3 МПа), Н*м | 706 |
| Привод вращателя | От аксиально-поршневого гидромотора |
| Давление в гидросистеме, МПа | |
| - рабочее | 8,3 |
| - максимальное кратковременно допустимое | 12,25 |
| Тип механизма для спуска, подъема и подачи инструмента | Домкрат гидравлический с полиспастной системой |
| Максимальная грузоподъемная сила (при давлении 9,3 МПа), кН | 45,1 |
| Усиление вниз (при давлении 8,3 МПа), кН | 25 |
| Скорость инструмента, м/с: | |
| - подъема | 0-0,6 |
| - спуска и подачи | 0-1,1 |
| Тип мачты | Сварная с гидравлическим опорными домкратами |
| Грузоподъемная сила мачты, кН | 58,8 |
| Диаметр бурильных труб, мм | 60,3 |
| Длина бурильных труб, м | 4,5 |
| Буровой насос НБ-12-63-40: подача, м ³ /с, давление, МПа | 0,012 2,82 |
| Установка с переоборудованным компрессором КТ-7 (ТУ 34-856-74): подача, м ³ /с давление, МПа | 0,1 0,442 |
| Габаритные размеры установки в транспортном положении, мм | 7850x2450x3400 |

Буровой инструмент

В состав инструмента для колонкового бурения входит породаразрушающий и инструменты, расширители, кернователи, колонковые и бурильные трубы, промывочные сальники, вспомогательный инструмент и принадлежности [82].

Породаразрушающий инструмент. Проектом предусмотрено использование твердосплавной коронки типа М6 (рисунок 3.4). Коронки М6 хорошо зарекомендовали себя при бурении по щебеночно-галечным отложениям до VI категории буримости.



Рисунок 3.5 – Твердосплавные коронки типа М6

Таблица 3.6

Технические характеристики твердосплавной коронки М6 [40]

| Шифр коронки | Диаметр (наружный/ внутренний), мм | Ширина торца коронки, мм | Масса, кг |
|--------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------|
| М6-132 | 132/109 | 19,5 | 1,7 |

Бурение по скальным грунтам диаметром 93 мм планируется проводить породоразрушающим инструментом коронкой СМ5 (рисунок 3.5).



Рисунок 3.6 – Твердосплавные коронки типа СМ5

Бурильные трубы служат для спуска бурового снаряда в скважину, передачи вращения породоразрушающему инструменту с поверхности от вращателя станка, передачи осевой нагрузки на забой скважины, подъема бурового снаряда из скважины, транспортировки керна и ликвидации аварий. Проектируется использование стальных бесшовных труб ТБСУ 63,5 [82].

Колонковые трубы предназначены для приёма керна (типоразмер колонковых труб 127х5 мм. ст. 45 ГОСТ 8732-78), последующей транспортировки его на поверхность и поддержания нужного направления ствола скважины в процессе бурения.

Обсадные трубы предназначены для закрепления неустойчивых стенок скважин (типоразмер обсадных труб 108х5 мм. ст. 45 ГОСТ 8732-78), перекрытия напорных и поглощающих горизонтов, изоляции вышележащих толщ от продуктивных залежей с целью их опробования или эксплуатации и для других целей.

Обсадные и колонковые трубы будут применяться безнипельные.

Образцы нарушенного сложения отбирают из инструмента, которым углубляют скважину; для отбора образцов ненарушенного сложения применяют специальные устройства – грунтоносы (рисунок 3.5). В соответствии с таблицей Г1, ГОСТ 12071-2014 [20] для глинистых грунтов твердой, мягкопластичной консистенции используются

вдавливаемые грунтоносы ГВ- 1. Техническая характеристика грунтоноса находится в таблице 3.7.



Рисунок 3.7 – Грунтонос сдавливаемый

Таблица 3.7

Техническая характеристика грунтоносов

| | ГВ-1 |
|--|------|
| Наружный диаметр грунтоноса, мм | 108 |
| Длина, мм | 605 |
| Наружный диаметр корпуса, мм | 108 |
| Диаметр входного отверстия башмака, мм | 96 |
| Длина керноприемной гильзы, мм | - |
| Наружный диаметр гильзы, мм | - |
| Внутренний диаметр гильзы, мм | - |
| Угол заточки башмака, град. | 7 |
| Масса грунтоноса, кг | 8,6 |

Полевые исследования грунтов

Опробование грунтов

Инженерно-геологическое опробование проводилось с целью получения классификационных показателей стратиграфо-генетических комплексов пород и определения физико-механических свойств грунтов. Опробовались все типы стратиграфических образований и литологических разностей пород, развитых в пределах площадки.

Отбор проб, обработка, хранение и транспортировка выполнялись в соответствии с ГОСТ 12071-2014 [20].

При отборе проб нарушенной структуры применялся точечный метод отбора проб. Точечный метод заключался в том, что отбирался один или несколько образцов небольшого размера. Для отбора образцов грунта с целью сохранения природной влажности производилось бурение с пониженным числом оборотов бурового инструмента, не более 60 об/мин.

Пробы нарушенной структуры отбирались с помощью лопаты. Пробы упаковывались в мешочки из ткани, вкладывались этикетки, завернутые в полиэтилен. На этикетке указывались название объекта, номер скважины и глубина отбора пробы. Для определения природной влажности проба отбиралась в алюминиевый бокс с притертой крышкой. После чего мешки туго завязывались.

Все образцы с ненарушенной структурой, подлежали парафинированию с целью сохранения их целостности и природной влажности.

Технология парафинирования образцов, отобранных без жесткой тары, заключалась в следующем: образец очищался от грязи и тщательно выравнивался ножом, на верхнюю грань монолита клали этикетку, после чего монолит плотно и ровно обматывался марлей, пропитанной расплавленным парафином, и несколько раз погружался в расплавленный

парафин. Затем образец вторично обматывали слоем марли (также пропитанной парафином) и покрывали слоем парафина.

Для плотного прилегания слоя смеси к поверхности грунта, стенки монолита разглаживались ладонями. К верхней поверхности запарафинированного монолита привязывался второй экземпляр этикетки, предварительно смоченной расплавленным парафином, после чего образец покрывался тонким слоем парафина.

Гидрогеологическое опробование производилось при подсечении водоносного горизонта, с целью изучения химического состава грунтовых вод и оценки степени агрессивного воздействия воды на конструкции из железобетона и металла. Проба воды была отобрана из одной скважины (скважина 2).

Пробы воды отбирались после предварительного тартания и осветления в пластиковые бутылки с хорошо притертой пробкой, с добавлением химически чистого CaCO_3 .

Объем одной пробы должен составлять 3 литра. Отбор, хранение и транспортировка проб воды осуществлялась в соответствии с требованиями ГОСТ 31861-2012 [22].

Полевое описание скальных грунтов

При полевом описании скальных грунтов особое внимание следует уделять описанию нарушений сплошности (трещиноватость, разрывные нарушения). Оценка погрешности измерения элементов залегания (углы и азимуты падения) - не более 5° , согласно ГОСТ Р 58325-2018 Грунты. Полевое описание.

Для скальных грунтов также необходимо описание по показателю качества грунта RQD согласно ГОСТ 25100-2011 [6], с указанием угла наклона трещин относительно горизонта, их шероховатости, частоты, степени выветрелости грунта в стенках трещин, наличия заполнителя. Таким образом, по показателю RQD определяется качество скального грунта, который дает возможность оценить значения коэффициента прочности K_s приведенному в СП 24.13330.2011 табл. 7.1 [5], учитывающего снижение прочности ввиду трещиноватости скальных грунтов.

Полевые исследования грунтов

Метод лунки может использоваться в данном проекте для определения плотности грунта в полевых условиях. Испытания проводятся по ГОСТ 28514-90 [25]. Метод может применяться для пылевидных, глинистых, песчаных и крупнообломочных грунтов. Сущность метода заключается в установлении отношения массы пробы грунта к его объему при условии, что из слоя испытательного грунта отбирают пробу необходимого объема, которую заменяют однородной средой с известной плотностью.

Пескозагрузочные аппараты приведены на рисунке 3.8, аппараты с резиновым баллоном для определения плотности методом лунки на рисунке 3.9.



Рисунок 3.8 – Пескозагрузочные аппараты для определения плотности грунта методом лунки



Рисунок 3.9 – Аппарат с резиновым баллоном для определения плотности грунта методом лунки

На поверхности подлежащего испытанию слоя разравнивают площадку, соответствующую размерам листа основания, и на эту поверхность помещают лист основания и закрепляют его, исключая возможность смещения. Под круглым отверстием листа выкапывают лунку с примерно вертикальными стенками таким образом, чтобы избежать нарушения естественного сложения.

Глубина лунки должна обеспечивать минимальный объем пробы в соответствии с ГОСТ 28514-90 п.2.4.

Извлеченный из лунки грунт тщательно собирают и измеряют его массу (m).

Полностью наполненный песком пескозагрузочный аппарат массой m_1 (при закрытой задвижке) помещают на лист основания, расположенный над лункой, затем, открыв задвижку, высыпая песок в лунку. Как только визуальное движение песка прекращается, закрывают задвижку и, сняв аппарат, измеряют его массу (m_4).

Значение массы песка, наполняющего лунку (m_5), в граммах, определяют с округлением до 1 г по формуле

$$m_5 = m_1 - (m_2 + m_4) \quad (3.2)$$

где m_1 - масса пескозагрузочного аппарата, наполненного песком, г;

m_2 - масса песка, высыпанного из пескобака в загрузочную камеру конической формы, г;

m_4 - масса пескозагрузочного аппарата после наполнения лунки, г.

Значение плотности испытываемого грунта определяют в граммах на кубический сантиметр с округлением до 0,01 г/см³ по формуле

$$\rho = \frac{m}{m_5} * \rho_0 \quad (3.3)$$

где m – масса испытуемого грунта, удаленного из лунки, г;

m_5 – масса песка, наполняющего лунку, г;

ρ_0 – средняя плотность наполняющего песка, определенная по п.3.2 ГОСТ 28514-90 [25] .

Полевые исследования пучинистых грунтов

Для измерения касательных сил пучения используют пучиномеры, установленные на глубину 0; 0,05; 0,10; 0,15 и 0,20 м (рисунок 3.6).

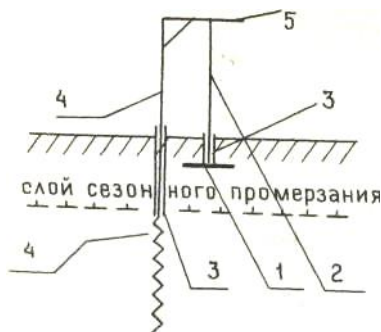


Рисунок 3.9 – Пучиномер. Схема устройства для измерения деформаций пучения
1 - пластина площадью 64 см^2 , 2 - металлический стержень приваренный к пластине;
3 - полихлорвиниловая трубка, заполненная тавотом; 4 - репер; 5 - горизонтальная планка [94].

Пучиномер представляет из себя рабочую пластину (1) площадью 64 см^2 , к которой приварен металлический стержень (2). Чтобы в процессе промерзания стержень не смерзался с грунтом, на него надевается полихлорвиниловая трубка (3), заполненная тавотом.

До начала промерзания пучиномеры установлены в грунт вокруг неподвижного репера (4) с горизонтальной планкой (5), относительно которой фиксируются движения пучиномеров. Репер (металлический стержень со шнеком на конце) изолирован в слое промерзания от грунта трубкой, наполненной тавотом и установлен на глубину 3 м. Перед началом промерзания снимается нулевой отсчет по каждому пучиномеру (h_0), т.е. измеряется превышение концов стержней (2) над планкой (5). На момент выполнения задачи также снимается отсчет (h_1) и определяются величины деформаций пучения.

Для измерения напряжений пучения используется динамометрическое устройство (рисунок 3.7) .

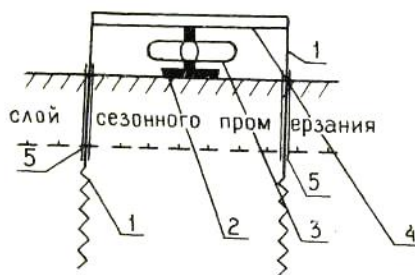


Рисунок 3.10 – Схема устройство для измерения напряжений пучения
1 - анкера, 2 - рабочая пластина; 3 - динамометр ДОСМ-1-0,2; 4 -балка; 5 - трубки с тавотом.

Динамометрическое устройство состоит из двух анкеров (1), укрепленной на них балки (4), рабочей пластины (2) площадью 170 см^2 , воспринимающей усилия деформирующейся поверхности и динамометра ДОСМ-1-0,2 (3), смонтированного между балкой и рабочей пластиной.

Анкеры установлены на глубину 3 м, исключаящую их выпучивание и изолированы трубками с тавотом (5) от грунта в промерзающем слое. При пучении грунта усилие, оказываемое рабочей пластиной на балку, фиксируется по индикатору динамометра.

Вертикальные нормальные силы морозного пучения, действующие на подошву фундаментных столбов при промерзании грунта под ними, в 1958 г. в полевых условиях впервые получены В.О. Орловым [95].

Вертикальные нормальные силы морозного пучения, действующие на подошву фундаментных столбов при промерзании грунта под ними, в 1958 г. в полевых условиях впервые получены В.О. Орловым [95].

Измерения нормальных сил пучения проводятся с помощью специальной месдозы-штампа площадью 200 см², соприкасающиеся с подошвой опытной стойки-прибора (рисунок 3.8).

По прогибу стальной пластины месдозы определялась суммарная величина нормальных сил морозного пучения, действующих на подошву месдозы. Одновременно с измерением силы пучения определялась мощность промерзшего слоя грунта под подошвой месдозы, его минимальная температура и скорость пучения грунта под месдозой.

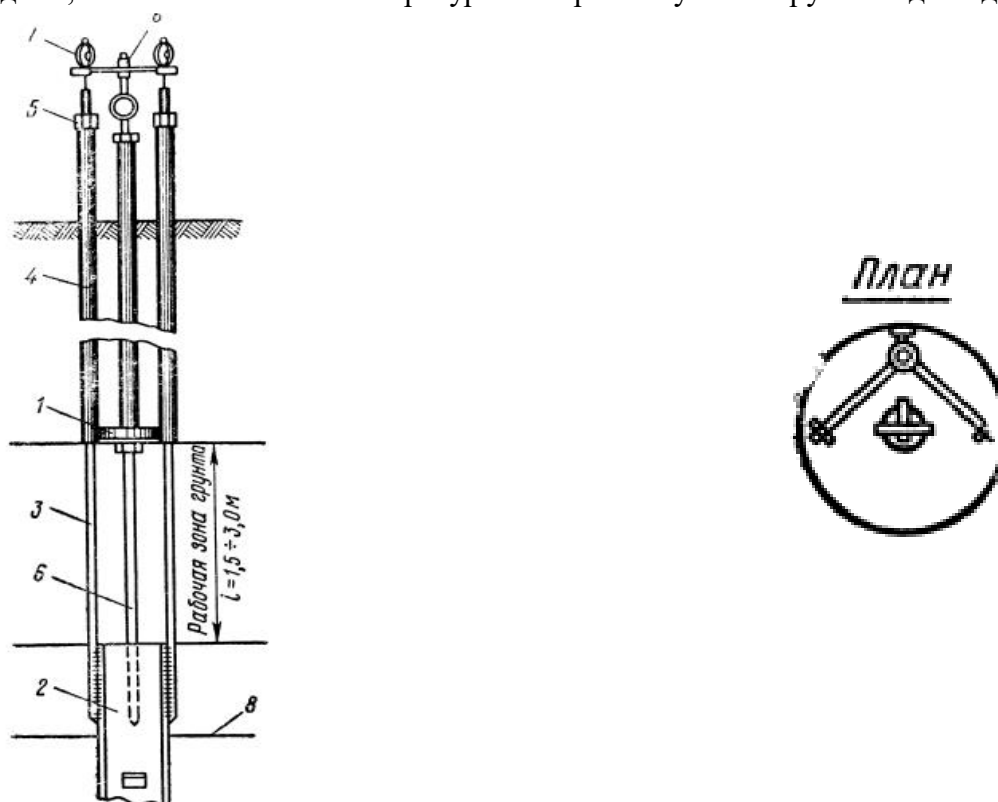


Рисунок 3.11 – Схема установки месдозы в грунте при определении сил морозного пучения.

1 - месдоза; 2 - анкер, заложенный в вечномёрзлые грунты; 3 - стальные стержни; 4 - трубы, удерживающие месдозу в неподвижном положении; 5 - закрепленные гайки; 6-держатель мессуры; 7 - мессура; 8 - верхняя поверхность ММГ [95].

В связи с тем, что приведенное полевое оборудование для испытаний по ГОСТ 27217 не производится, определение пучинистости грунтов в проекте ограничено лабораторными исследованиями.

Лабораторные исследования

Природная влажность, влажность на границах текучести и раскатывания, плотность грунта, плотность частиц грунта, определение плотности грунта методом режущего кольца, определение плотности методом взвешивания в воде определяется по ГОСТ 5180-2015 [33].

Влажность грунта определяется методом высушивания до постоянной массы. Опыт проводится следующим образом: отбирают пробу грунта массой 15–50 г и помещают в

высушенный, взвешенный и пронумерованный бюкс, затем плотно закрывают крышкой. Грунт в закрытом бюксе взвешивают.

После взвешивания бюкс открывают и вместе с крышкой помещают в нагретый сушильный шкаф. Грунт высушивают до постоянной массы при температуре $105 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 5 ч. Высушенный грунт в бюксе охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием до комнатной температуры и взвешивают.

Влажность границы текучести следует определять методом пенетрации конусом Васильева (рисунок 3.9), как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансный конус погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм [33].



Рисунок 3.12 – Балансный конус Васильева

Влажность границы пластичности следует определять методом раскатывания в жгут, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3–10 мм [33].

Плотность частиц грунта определяется отношением массы частиц грунта к их объему пикнометрическим методом.

Плотность грунтов, определяемая режущим кольцом, определяется с помощью кольца-пробоотборника, кольцо смазывают с внутренней стороны тонким слоем вазелина. Верхнюю зачищенную плоскость образца грунта выравнивают, устанавливают на ней режущий край кольца и с помощью прессы или вручную слегка вдавливают кольцо в грунт.

Грунт, выступающий за края кольца, срезают ножом, зачищают поверхность грунта вровень с краями кольца и закрывают торцы пластинками из металла или стекла (которые так же, как и кольцо-пробоотборник предварительно взвешены). Затем кольцо с грунтом и пластинками взвешивают и рассчитывают плотность грунта [33].

Определение гранулометрического (зернового) состава грунта проводится согласно ГОСТ 12536-14 ситовым и ареометрическим методами. Определение гранулометрического состава грунта заключается в его разделении на фракции и установлении их процентного содержания. Крупные фракции разделяются ситами с соответствующими ячейками (фракции более 0,1 мм) (рисунок 3.10).

Перед проведением испытания грунт должен находиться в воздушно-сухом состоянии. Отдельные комочки грунта необходимо растереть резиновым пестиком в фарфоровой ступке.

Масса средней пробы должна составлять: для грунтов, не содержащих частиц размером более 2 мм, – 100 г; для грунтов, содержащих до 10 % (по массе) частиц размером более 2 мм, – не менее 500 г; для грунтов, содержащих от 10 до 30 % частиц размером более 2 мм, – 1000 г; для грунтов, содержащих свыше 30 % частиц размером более 2 мм, – не менее 2000 г. Отобранная проба взвешивается на весах с точностью до 0,01 г. Сита

монтируются в колонку от поддона в порядке увеличения отверстий. На верхнее сито надевается крышка. Взвешенную пробу грунта следует просеять сквозь набор сит с поддоном ручным способом путем неоднократного встряхивания. Полноту просеивания фракций грунта проверяют встряхиванием каждого сита над листом белой бумаги. Если при этом на лист выпадают частицы, то их высыпают на следующее сито; просев продолжают до тех пор, пока на бумагу перестанут выпадать частицы.

Фракции грунта, задержавшиеся после просеивания на каждом сите и прошедшие в поддон, следует перенести в заранее взвешенные фарфоровые чашечки и взвесить. Каждая чашечка с грунтом взвешивается на весах с точностью до 0,01 г. Допустимо использование одной и той же фарфоровой чашечки при последовательном взвешивании фракции.

Ареометрическим методом разделяются более мелкие фракции грунта пылевидные и глинистые частицы (пыль 0,05-0,002 мм, глина <0,002 мм) (рисунок 3.11).



Рисунок 3.13 – Сита лабораторные для определения гранулометрического состава



Рисунок 3.14 – Ареометр для определения плотности суспензии грунта

Прочность на одноосное сжатие определяется по ГОСТ 12248-2010 [34] (рисунок 3.12). Сущность метода заключается в определении приложенной к образцу вертикальной нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади первоначального поперечного сечения. Для скальных грунтов образец должен иметь форму цилиндра или прямоугольного параллелепипеда (квадратного сечения) диаметром (стороной квадрата) от 40 до 100 мм и отношением высоты к диаметру, равным 1,8-2,0. Образцы скального грунта изготавливают в соответствии с ГОСТ 30416 -2012 [38].

Нагружение образца скального грунта проводят равномерно, без ударов, увеличивая нагрузку непрерывно с заданной скоростью нагружения или ступенями. Скорость непрерывного нагружения образца полускального грунта должна составлять в зависимости от значения 0,1-0,5 МПа/с, а при ступенчатом нагружении приниматься равной 10% значения R_c .



Рисунок 3.15 – Прибор АСИС для проведения испытания одноосного сжатия скальных грунтов

Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали, алюминиевой и свинцовой оболочки определяется по ГОСТ 9.602-2016 [9], коррозионная агрессивность грунтов к бетону и железобетону по СП 28.13330.2017 [27].

Коррозионная агрессивность к стали определяется на приборе ПИКАП –М (рисунок 3.13), к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля и бетону и железобетону определяется из водной вытяжки грунта реактивами по следующим показателям: рН, содержание хлор-иона, нитрат-ионов, общее содержание железа, общую жесткость, количество водорастворимых органических веществ. На основе этих данных определяют коррозионную активность грунтов.

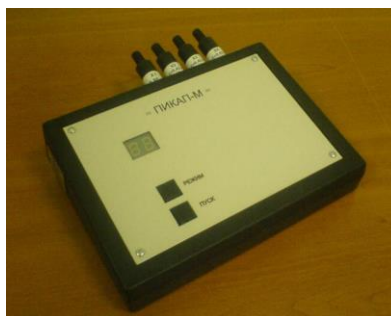


Рисунок 3.16 – Прибор ПИКАП-М для определения коррозионной агрессивности грунта к стали

Пучинистость грунтов определяется по ГОСТ 28622-2012 [24].

Образец грунта в обойме, смазанной внутри тонким слоем технического вазелина, помещают в установку (рисунок 3.14) на увлажненный бумажный фильтр. Проводят следующие операции:

- проверяют положение штока механизма для нагружения образца по отношению к центру образца;
- устанавливают прибор для измерения вертикальных деформаций образца грунта;
- заполняют поддон и емкость водой или подключают систему непрерывного подтока воды к образцу и ее обогрева;
- устанавливают термодатчики в образец грунта;
- к образцу грунта плавно, не допуская ударов, прикладывают нагрузку, создавая давление в соответствии с ГОСТ 28622-2012 п.6 [24].

- записывают начальное показание приборов.

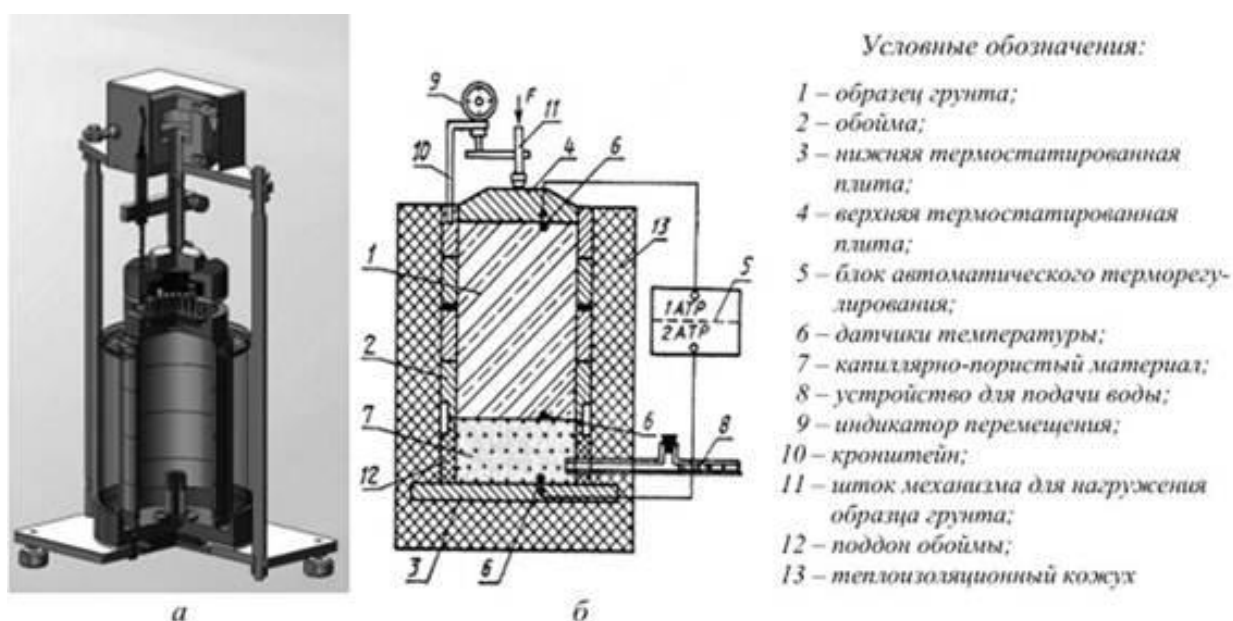


Рисунок 3.17 – Установка для определения пучинистости грунта

Далее установку помещают в холодильную камеру и (или) устанавливают охлаждающий циркуляционный термостат и выдерживают при температуре $(1 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ не менее суток. В дальнейшем температуру в камере или термостате понижают. Задаваемая температура должна обеспечивать скорость перемещения фронта промерзания аналогично природным условиям. Далее поддерживают положительную температуру $(2 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$. В ходе испытания через каждые 12 ч снимают показания приборов для измерения вертикальной деформации и температуры верха и низа образца грунта. Испытание проводят до промораживания грунта до глубины 100 мм [24].

Относительную деформацию морозного пучения вычисляют отношением вертикальной деформации образца грунта в кольце к фактической толщине промерзшего слоя образца, с точностью до 0,01 мм.

Также для определения степени пучинистости грунта в лабораторных условиях используется прибор УПГ-МГ4.01/Н «Грунт» (рисунок 3.15) по ГОСТ 28622-2012 [24].



Рисунок 3.18 – Прибор УПГ-МГ4.01/Н «Грунт» для определения степени пучинистости грунта

Прибор УПГ-МГ4.01/Н «Грунт» состоит из блока управления с дисплеем, термokonтейнеров (от 1 до 6 шт.), включающих силовую рамку, теплоизолирующий кожух,

верхнюю и нижнюю термостатируемые плиты, устройства для автоматического измерения температур, силы и перемещения и терморегулятора для управления морозильной камерой. Прибор снабжен датчиками промораживания грунта и обеспечивает определение момента замерзания грунта на глубине 100 мм от верхней поверхности образца.

Промораживание образцов грунта, помещенных в термоконтейнеры, осуществляется в морозильной камере (приобретается отдельно) при заданных температурах на верхней и нижней термостатируемых плитах (температура на верхней и нижней термоплитах задается пользователем).

В процессе испытаний обеспечивается автоматическое поддержание температуры верхней и нижней термостатируемых плит с погрешностью $\pm 0,2^\circ\text{C}$, измерение температуры образца грунта, измерение силы нагружения и вертикальной деформации образца грунта. Поддержание постоянной температуры на верхней термоплите осуществляется с помощью регулятора холодильной камеры (входит в комплектацию прибора), а поддержание постоянной температуры на нижней термоплите с помощью встроенного нагревателя. Прибор имеет режим непрерывной регистрации процесса испытаний всех образцов грунта одновременно, энергонезависимую память и связь с ПК по USB интерфейсу.

Касательные силы пучения определяются также расчетным методом по методике оценки характеристик морозоопасных свойств грунтов в строительстве Санкт-Петербурга ТДМ 50-601-2004 [74].

Коэффициент морозного пучения слоя глинистого грунта основания, воспринимающего внешнее давление от сооружения ε_{fp} в условиях близкого расположения уровня подземных вод у границы промерзания, определяют по формуле:

$$\varepsilon_{fp} = [\alpha \cdot w (\rho_d / \rho_w) - \beta - \psi \cdot \sigma] \cdot Y_r \cdot \chi \quad (3.3)$$

где α и β – параметры пучинистых свойств грунтов, определяемые по таблице 3.1 ТДМ 50-601-2004 [74] в зависимости от вида глинистого грунта, величины числа пластичности I_p и значения влажности на границе текучести w_L ;

w – природная влажность грунта перед его промерзанием, доли единицы;

$\rho_d = \rho / (1 + w)$ – плотность скелета грунта при его естественной (природной) плотности ρ , кг/м³.

ρ_w – плотность воды, находящейся в порах грунта, $\rho_w = 1000$ кг/м³;

ψ – параметр учитывающий влияние внешнего давления на интенсивность морозного пучения грунта, МПа⁻¹, определяемый по таблице 3.1 ТДМ 50-601-2004 [74].

σ – среднее дополнительное вертикальное напряжение в промерзающем слое грунта, МПа.

Y_r – коэффициент, учитывающий влияние скорости и продолжительности промерзания грунта в районе для строительства.

χ – коэффициент, учитывающий влияние подземных вод на интенсивность процесса миграции влаги и морозного пучения, определяемого по формуле:

$$\chi = (z_{\max} + d_{ws}) / (z + d_{ws}) \quad (3.4)$$

где z – расстояние от границы сезонного промерзания до уровня подземных вод, м;

z_{\max} – тоже, когда влияние подземных вод можно не учитывать ($z \geq z_{\max}$), устанавливается в зависимости от вида грунта по таблице 3.2 ТДМ 50-601-2004 [74];

d_{ws} – глубина зоны всасывания, в пределах которой происходит миграция влаги к границе промерзания, равная 0,30 м.

Величина удельной касательной силы морозного пучения определяется в соответствии с рекомендациями СП 25.13330.2012 [29] и рекомендациями проф. Далматова Б.И. табл. 3.3 ТДМ 50-601-2004 [74].

В лаборатории касательные сил пучения определяются на сдвиговом приборе ИВК АСИС (Графическое приложение. Лист 5) по ГОСТ Р 56726-2015 [39].

В состав технических средств для определения касательных сил пучения грунта должны входить:

- приспособление для одностороннего смерзания образца грунта с образцом фундамента;
- срезное устройство с фиксирующее постоянную скорость среза в пределах значений 10-20 мм/сут;
- механизм создания нормальной нагрузки при срезе с точностью 0,01 МПа;
- обойма (кольцо) для образца грунта с внутренним диаметром не менее 70 мм и высотой не менее 20 мм. Обойма для испытания образцов крупнообломочных грунтов должна иметь внутренние размеры, учитывающие размер фракции грунта (включений, агрегатов): максимальный размер фракции не должен превышать 1/5 диаметра и 1/2 высоты обоймы;
- устройство для измерения температуры образца грунта с точностью до 0,1⁰С;
- образец материала фундамента (диск или прямоугольная пластина с плоской поверхностью с определенной шероховатостью, размер которой превышает диаметр образца в направлении сдвига не менее чем на 10 мм.

Образец грунта, смороженный с образцом материала фундамента вставляется в испытательное устройство. Плоскость смерзания должна располагаться в зазоре между подвижной частью и неподвижными частями устройства, составляющем 1-2 мм.

К образцу плавно, не допуская ударов, прикладывают нормальную нагрузку, выдерживают не менее 5 мин и затем включают срезающую нагрузку.

Значение нормального давления, при котором проводят испытание, назначают в зависимости от напряженного состояния грунтового массива с учетом глубины залегания образца или определяют в программе испытаний. При отсутствии данных это давление принимают 0,05 МПа.

Прикладываются нагрузка, обеспечивающая перемещение образца фундамента относительно образца грунта с постоянной скоростью в диапазоне 10-20 мм/сут.

Испытания проводят при трех значениях температур, равных: минус 1⁰С; минус 2⁰С, минус 6⁰С. Устойчивое сопротивление сдвигу в опыте фиксируют в момент, когда максимальное перемещение образца материала фундамента относительно образца грунта достигает не менее 10 мм.

Касательные силы пучения τ_{tf} , кПа, равные устойчивому сопротивлению сдвигу грунта, вычисляют:

$$\tau_{tf} = \frac{Q}{A} \quad (3.5)$$

где Q – сдвигающее усилие в конце испытания, кН;

A – площадь смерзания образца грунта с поверхностью фундамента, м² [39].

Набухание и усадка определяются по ГОСТ 12248-2010 [34] в приборе свободного набухания грунта ПНГ-1 (рисунок 3.16).



Рисунок 3.19 – Прибор определения набухания грунтов ПНГ-1

Испытания проводят для определения показателей, характеризующих изменение глинистых грунтов при водонасыщении (набухании) или высыхании (усадке).

Испытание проводят до прекращения поглощения образцом грунта воды (или раствора), а усадки – до полной потери им влажности.

По результатам испытаний грунта в ПНГ-1 вычисляют абсолютную деформацию образца грунта Δh , мм, как разность среднеарифметических значений конечных n_1 и начальных n_0 показаний индикаторов за вычетом поправки на тарировку прибора.

По результатам определения усадки вычисляют объем грунта на каждый момент измерения и относительную усадку по высоте δ [34].

Истираемость (износ) щебня (гравия) определяют по потере массы зерен при испытании проб в полочном барабане, определение истираемости проводится на полочном барабане КП-123 (рисунок 3.20).



Рисунок 3.20 – Полочный барабан КП-123 для определения истираемости крупнообломочных и скальных грунтов

Подготовленную пробу загружают в полочный барабан вместе с чугунными или стальными шарами, закрепляют крышку барабана и приводят его во вращение со скоростью 30 - 33 об/мин.

Число чугунных или стальных шаров и общее число оборотов барабана в процессе одного испытания щебня (гравия) принимают по таблице 4 ГОСТ 8269.0-97.

По окончании испытания содержимое барабана просеивают через сито с отверстиями диаметром 5 мм и контрольное сито с сеткой N 1,25. Остатки на ситах соединяют и взвешивают.

Истираемость щебня I , %, определяют по формуле:

$$I = \frac{m - m_1}{m} 100 \quad (3.6)$$

где m - масса пробы щебня (гравия), г;

m_1 - суммарная масса остатков на сите с отверстиями диаметром 5 мм и контрольном сите, г.

Камеральные работы

Камеральная обработка материалов должна быть выполнена в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СП 11-105-97 (Часть IV) [13], ГОСТ 20522-16 [21], СП 47.13330.2012 [14].

Камеральные работы необходимо осуществлять в процессе производства полевых работ (текущую, предварительную) и после их завершения и выполнения лабораторных исследований (окончательную камеральную обработку и составление технического отчета или заключения о результатах инженерно-геологических изысканий).

Текущую обработку материалов необходимо производить с целью обеспечения контроля за полнотой и качеством инженерно-геологических работ и своевременной корректировки программы изысканий в зависимости от полученных промежуточных результатов изыскательских работ.

В процессе текущей обработки материалов изысканий осуществляется систематизация записей маршрутных наблюдений, просмотр и проверка описаний горных выработок, разрезов естественных и искусственных обнажений, составление графиков обработки полевых исследований грунтов, каталогов и ведомостей горных выработок, образцов грунтов и проб воды для лабораторных исследований, увязка между собой результатов отдельных видов инженерно-геологических работ (геофизических, горных, полевых исследований грунтов и др.), составление колонок (описаний) горных выработок, предварительных инженерно-геологических разрезов, карты фактического материала, предварительных инженерно-геологических и гидрогеологических карт и пояснительных записок к ним. При окончательной камеральной обработке производится уточнение и доработка.

Представленных предварительных материалов (в основном по результатам лабораторных исследований грунтов и проб подземных и поверхностных вод), оформление текстовых и графических приложений и составление текста технического отчета о результатах инженерно-геологических изысканий, содержащего все необходимые сведения и данные об изучении, оценке и прогнозе возможных изменений инженерно-геологических условий, а также рекомендации по проектированию и проведению строительных работ в соответствии с требованиями СП 11-105-97 (Часть IV) [13] предъявляемыми к материалам инженерных изысканий для строительства на соответствующем этапе (стадии) разработки предпроектной и проектной документации.

- карту фактического материала,
- колонки инженерно-геологических выработок с физико-механическими характеристиками грунтов,
- ведомости исследований грунтов и воды,
- сводную инженерно-геологическую таблицу,
- отчет об инженерно-геологических изысканиях.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Проект на инженерно-геологические изыскания выполняются с целью строительства главного производственного корпуса (ГПК-13) расположенного на территории Норильского промышленного района в промышленной зоне г. Талнах.

Объект, в соответствии со ст. 48.1 Федерального закона от 29.12.2004 № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс РФ» не относится к особо опасным и технически сложным. Степень сложности объекта – II [81].

Все намеченные полевые работы планируется проводить в благоприятный период.

Норильский промышленный район расположен севернее полярного круга в южной части Таймырского полуострова.

К основным факторам, определяющим климат на территории изысканий, относятся:

1) влияние арктических холодных воздушных масс и атлантической циклонической деятельности.

2) географическое положение в высоких широтах, открытость территории с севера и юга.

Целью работы является изучение инженерно-геологических условий промышленной зоны г. Норильск и составление проекта инженерных изысканий под строительство промышленных объектов.

4.1 Производственная безопасность

Для решения задач инженерно-геологических изысканий на участке в связи с III степенью сложности инженерно-геологических условий, ответственностью проектируемого сооружения проектом предусматриваются следующие виды работ:

- топогеодезические работы;
- буровые работы;
- опробование грунтов;
- полевые работы;
- лабораторные работы;
- камеральные работы.

При производстве инженерно-геологических работ необходимо руководствоваться И-ОИЗ-02-2012 [25] и СП 116.13330.2012 [15].

Опасные и вредные факторы, формирующиеся при производстве данных видов работ представлены в таблице 1.

Таблица 4.1.

Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы при выполнении инженерно-геологических работ

| Этапы работ | Наименование запроектированных видов работ и параметров производственного процесса | Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [41] | | Нормативные документы |
|----------------------------------|---|---|---|---|
| | | Опасные | Вредные | |
| Полевой (на открытом воздухе) | 1. Топогеодезические работы (планово-высотная привязка 12 точек) 2. Буровые работы; 3. Опробование грунтов (отбор образцов нарушенного и ненарушенного сложения, проб воды); 4. Полевые работы (опробование горных выработок) 5. Лабораторные работы: | 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 2. Электрический ток 3. Пожароопасность и взрывоопасность | 1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе 2. Превышение уровней шума и вибрации | ГОСТ 12.2.003-91[42] ГОСТ 12.1.038-82[43] Р 2.2.2006-05 [44] ГОСТ 12.1.030-81[45] ГОСТ 12.1.003-14[46] ГОСТ 12.1.012-04 [47] |

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| Камеральный и лабораторный (в закрытом помещении) | <ul style="list-style-type: none"> • Определение физико-механических, прочностных показателей свойств грунтов • Гранулометрический состав • Суммарная влажность грунтов в мерзлом состоянии. • Определение агрессивности грунтов • стандартный анализ воды для инженерно-геологических целей 6. Камеральные работы: <ul style="list-style-type: none"> • обработка материалов буровых работ • обработка лабораторных работ • обработка полевых испытаний грунтов • расчет прочностных и деформационных показателей | 1. Электрический ток 2. Статическое электричество 3. Пожароопасность взрывоопасность | 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений 4. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны 5. Превышение уровней шума 6. Монотонность труда 7. Умственное перенапряжение | ГОСТ 12.1.003-14 [46] ГОСТ 12.1.005-88 [48] СП 112.13330.2011 [71] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[49] Р 2.2.2006-05 [44] ГОСТ 12.1.038-82[43] ГОСТ 12.1.030-81[45] СанПиН 2.1.6.1032-01[50] СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.4.3359-16 [52] СН 2.2.4/2.8.562-96 СанПин 2.2.4.548-96 [54] |
|---|---|---|--|---|

4.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

4.2.1 Полевой этап

Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

При работе в полевых условиях используются движущиеся механизмы, а также оборудование, которое имеет острые кромки. Скважины будут буриться колонковым способом всухую установкой УБР-2А2. Все это может привести к несчастным случаям, поэтому очень важным считается проведение различных мероприятий и соблюдение техники безопасности. Для этого каждого поступающего на работу человека, обязательно нужно проинструктировать по технике безопасности при работе с тем или иным оборудованием; обеспечить медико-санитарное обслуживание. Основным документом, регламентирующим работу с производственным оборудованием, является ГОСТ 12.2.003-91 [42].

До начала бурения следует тщательно проверить исправность всех механизмов буровой установки и другого вспомогательного оборудования. Обнаруженные неисправности должны быть устранены до начала работ.

При передвижении буровой установки работники буровой бригады могут находиться только в кабине водителя, причем в количестве, не превышающем указанного в техническом паспорте транспортного средства.

Свинчивание и развинчивание породоразрушающего инструмента и извлечение керна из подвешенной колонковой трубы разрешается при следующих условиях:

- труба подвешена на вертлюг-пробке, кольцевом или полуавтоматическом элеваторе при закрытом и зафиксированном защелкой затворе;
- труба должна удерживаться на весу тормозом лебедки;
- расстояние от нижнего конца трубы до поверхности земли не более 0,2 м.

При извлечении керна из колонковой трубы запрещается:

- проверять рукой положение керна в подвешенной колонковой трубе и поддерживать ее руками снизу;
- извлекать керн встряхиванием колонковой трубы лебедкой станка, нагревом трубы на открытом огне, нагнетанием в колонковую трубу жидкости буровым насосом или воздуха компрессором.

Разница в длине свечей бурильных труб допускается не более 0,5 м, причем свечи минимальной длины должны выступать над уровнем рабочей площадки (полатей) не менее чем на 1,2 м, а свечи максимальной длины – на 1,7 м.

Запрещается:

- работать на буровых станках со снятыми или неисправными ограждениями шпинделя, низа ведущей трубы, барабана лебедки, передач привода;
- пользоваться патронами шпинделя с выступающими головками болтов;
- поднимать и опускать бурильные, колонковые и обсадные трубы со скоростью более 1,5 м/сек;
- перемещать в шпинделе бурильные трубы во время вращения шпинделя и при включенном рычаге передачи;
- свинчивать и развинчивать трубы во время вращения шпинделя;

- переключать скорости лебедки и вращателя, а также переключать вращение с лебедки на вращатель и обратно до их полной остановки;
- заклинивать рукоятки управления машин и механизмов.

При перерывах в работе бурильные трубы должны быть подняты на высоту, исключающую возможность их прихвата.

Согласно ГОСТ 12.2.061-81 [55] и ГОСТ 12.2.062-81 [56] все опасные зоны оборудуются ограждениями. Согласно ГОСТ 12.4.026-2015 [57] вывешиваются инструкции, и плакаты по технике безопасности, предупредительные надписи и знаки, а так же используются сигнальные цвета. Вращающиеся части, и механизмы оборудуются кожухами и ограждениями. Своевременно производится диагностика оборудования, техническое обслуживание и ремонт. Средство индивидуальной защиты: каска, которая выдается каждому члену бригады согласно ГОСТ 12.4.011-2015.

Электрический ток

Электронасыщенность современного геологического производства (электрические установки, приборы, агрегаты) формируют электрическую опасность. При производстве геологических работ в большинстве случаев используется электрическая сеть 380/220 В с глухо заземленной нейтралью [60]. Кроме того, в полевых условиях опасным фактором при работах является электрический ток при грозе (сила тока их достигает 100 кА, длительность 0.1 сек, напряжение разряда до 150 МВ).

Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает *термическое, электролитическое и биологическое* действие.

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве до высокой температуры внутренних органов человека (кровеносных сосудов, сердца, мозга).

Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушениях их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма и сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц (сердца, легких) [60].

Различают три степени воздействия тока на организм человека и соответствующие им три пороговых значения: ощутимое (сила переменного тока – 0,6-1,5 мА; постоянного – 6-7 мА), неотпускающее (10-15 мА; 50-70 мА) и фибрилляционное (100 мА; 300 мА). Наибольшую опасность представляет собой ток с частотой от 50 до 1000 Гц, при дальнейшем повышении частоты опасность поражения уменьшается и полностью исчезает при частоте 45-50 кГц.

Основными способами и средствами электрозащиты являются: изоляция токопроводящих частей и контроль, установка оградительных устройств, использование знаков безопасности, применение малых напряжений, защитное заземление, зануление, защитное отключение.

Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок предусмотрен отбор персонала для обслуживания действующих электроустановок по состоянию здоровья [60].

Необходимо использование средств индивидуальной защиты: спецодежда, резиновая обувь и диэлектрические резиновые перчатки, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [60].

Для защиты людей находящихся возле оборудования в целях грозозащиты должно иметься заземление не менее чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления. Запрещается во время грозы производить работы на буровых установках, а также находиться на расстоянии 10 м от заземляющих устройств грозозащиты согласно ГОСТ 12.1.019-2009.

4.2.2 Лабораторный и камеральный этапы

Лабораторные и камеральные работы проводятся в помещении.

Электрический ток.

Источником электрического тока в помещении может выступать неисправность электропроводки, любые неисправные электроприборы. Все токоведущие части электроприборов должны быть изолированы или закрыты кожухом.

Основная причина смертельных случаев, связанных с поражением электрическим током – нарушение правил работы с электроприборами по ГОСТ 12.1.019-2009. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при прохождении его через тело. Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, то есть соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

При гигиеническом нормировании ГОСТ 12.1.038-82 [43] устанавливаются предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с — 2 мА, при 10 с и менее – 6 мА.

Помещение лаборатории и компьютерного класса по опасности поражения людей электрическим током, согласно ПУЭ [63], относится к помещениям *без повышенной опасности* поражения людей электрическим током, которые характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность:

- влажность не превышает 75% (45%);
- температура не превышает 35°C (22 °C);
- отсутствуют токопроводящая пыль;
- отсутствуют токопроводящие полы (бетонные полы, покрытые линолеумом в камеральном помещении и резиновые коврики возле электрических приборов в лаборатории);
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: организация регулярной проверки изоляции токоведущих частей оборудования лаборатории и камерального помещения; защитное заземление, с помощью которого уменьшается напряжение на корпусе относительно земли до безопасного значения; зануление; автоматическое отключение; обеспечение недоступности токоведущих частей при работе; регулярный

инструктаж по оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Нормативные документы: ГОСТ 12.1.019-2009 [63], ГОСТ 12.1.030-81 [45], ГОСТ 12.1.038-82 [43].

Статическое электричество

Источником статического электричества является – электростатическое поле (ЭСП), возникающее в результате облучения экрана монитора ППК потоком заряженных частиц. Неприятности, вызванные им, связаны с пылью, накапливающейся в электростатически заряженных экранах, которая летит на оператора во время его работы за монитором.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 [64] в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряжения ЭСП $E_{\text{пред}}$ равен 60 кВ/м в течение 1ч. Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). Электротравм никогда не наблюдается, однако вследствие рефлексной реакции на ток возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты.

Предотвратить образование статического электричества или уменьшить его величину можно наведением зарядов противоположного знака, изготовлением трущихся поверхностей из однородных материалов. Ускорению снятия зарядов способствует заземление оборудования, увеличение относительной влажности воздуха и снижение электропроводности материалов с помощью антистатических добавок.

4.3 Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению

4.3.1 Полевой этап

Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе.

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях. Они определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения, относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей. Если работа выполняется на открытых площадках, то метеорологические условия определяются климатическим поясом и сезоном года. Неблагоприятные климатические условия могут негативно сказываться на здоровье человека, снижать его трудоспособность и производительность труда.

Полевые работы по объекту планируется проводить в августе 2020 года.

По своему физико-географическому положению территория производства изысканий расположена в пределах западно-бугристой Норильско-Рыбинской долины, входящей в составе Средне-Сибирского плоскогорья.

Исследуемая территория располагается в предгорной части южных отрогов плато Хараелах, в пределах Лесной гряды, являющейся водоразделом рек Талнах и Хараелах.

Территория Норильского промышленного района относится к зоне распространения многолетней мерзлоты. Почва тундрово-глеевая.

Территория, где находится исследуемый участок изысканий, расположена в поясе полярных широт Восточной Сибири и характеризуется резко континентальным климатом с холодной продолжительной зимой и коротким теплым летом. По данным СП 131.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 23-01-99*) по климатическому районированию для строительства данный район изысканий относится к I району, подрайон I Б. Климатическая характеристика района составлена по данным научно-прикладного справочника по климату СССР, Выпуск 21. Ленинград, Гидрометеиздат, 1990 с учетом данных по м/ст Норильск, а также СП 20.13330.2016 (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (Нагрузки и воздействия).

Для защиты от неблагоприятного воздействия климатических факторов [70] предусматриваются следующие виды средств индивидуальной защиты:

- спецодежда (костюм хлопчатобумажный, костюм с водоотталкивающей пропиткой, костюм от дождя);
- специальная обувь (ботинки кожаные, сапоги резиновые);
- средства защиты рук (перчатки хлопчатобумажные и резиновые);
- головные уборы (шапки).

Превышение уровней шума и вибрации

С точки зрения безопасности труда в геологоразведочном деле вибрация и шум – одни из наиболее распространенных вредных производственных факторов на производстве (эксплуатация буровых станков при бурении скважин, производство гидрогеологических откачек). Шум и вибрация относятся к механическим колебаниям.

Шум – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Основными физическими характеристиками шума являются: частота звука, интенсивность звука, звуковое давление.

Вибрация – это совокупность механических колебаний, испытываемых каким-либо телом.

Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов.

В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в ГОСТ 12.1.003-14 (табл.5.2) [46].

Таблица 5.2

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука

| Рабочие места | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука |
|---|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

Источником вибрации является буровая установка УРБ-2А2.

Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь. Наиболее опасна для человека вибрация с частотой 16-250 Гц. Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация является наиболее вредной. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов.

К основным законодательным документам, регламентирующим вибрацию, относится ГОСТ 12.1.012-2004 [47].

Таблица 5.3

Гигиенические нормы уровней виброскорости [47]

| Вид вибрации | Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 31.5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 |
| Транспортная | 132 | 123 | 114 | 108 | 107 | 107 | 107 | - | - | - | - |
| Транспортно-технологическая | | 117 | 108 | 102 | 101 | 101 | 101 | - | - | - | - |
| Технологическая | | 108 | 99 | 93 | 92 | 92 | 92 | - | - | - | - |
| Локальная вибрация | | - | - | 115 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 |

Основные мероприятия по борьбе с шумом:

- Качественное изготовление деталей станков и машин.
- Замена металлических соударяющихся деталей на неметаллические.
- Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).

- Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Основные мероприятия по борьбе с вибрацией:

- Виброизоляция – применение пружинных, резиновых и других амортизаторов или упругих прокладок.
- Правильная организация труда и отдыха: кратковременные перерывы в работе (по 10-15 мин. через каждые 1 – 1,5 часа работы); активная гимнастика рук, теплые водяные ванны для конечностей и другие.
- Применение средств индивидуальной защиты. В качестве средств индивидуальной защиты применяются рукавицы с прокладкой на ладонной поверхности и обувь на толстой мягкой подошве, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [58].

4.3.2 Лабораторный и камеральный этапы

Отклонение показателей микроклимата помещений.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м² при облучении 50% поверхности человека и более, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [54].

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические условия соответствующие СанПиН 2.2.4.548-96 [54]. Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

В камеральных помещениях необходимо предусматривать систему отопления. Она должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещениях в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. При этом колебания температуры в течение суток не должны превышать 2-3°C.

В камеральном помещении необходимо обеспечить приток свежего воздуха, количество которого определяется технико-экономическим расчетом и выбором схемы системы вентиляции. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50—60 м³/ч на одного человека, но не менее двукратного воздухообмена в час. При небольшой загрязненности наружного воздуха кондиционирование помещений осуществляется с переменными расходами наружного воздуха и циркуляционного. Системы охлаждения и кондиционирования устройств ПК должны проектироваться исходя из 90 %-ной циркуляции. При значительном загрязнении наружного воздуха в зависимости от эксплуатационных затрат на очистку воздуха расходы наружного и циркуляционного воздуха должны определяться технико-экономическим расчетом.

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочем помещении представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96 [54])

| Период года | Категория работ | Температура воздуха, °C | | Температура поверхностей, t°С | Относительная влажность воздуха, ф% | Скорость движения воздуха, м/с | |
|-------------|-----------------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | Диапазон ниже оптимальных величин t° _{опт} | Диапазон выше оптимальных величин t° _{опт} | | | Если t°<t° _{опт} | Если t°>t° _{опт} |
| Холодный | Ia | 17,0-18,9 | 21,1-23,0 | 16,0-24,0 | 15-75 | 0,1 | 0,3 |
| | Iб | 19,0-20,9 | 23,1-24,0 | 18,0-25,0 | 15-75 | 0,1 | 0,2 |
| Теплый | Ia | 18,0-19,9 | 22,1-27,0 | 17,0-28,0 | 15-75 | 0,1 | 0,4 |
| | Iб | 20,0-21,9 | 24,1-28,0 | 19,0-29,0 | 15-75 | 0,1 | 0,3 |

Примечание: К категории Iа относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/час, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории Iб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/час, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда находится в прямой зависимости от рациональности освещения и повышается на 10–12%.

Нормирование освещенности производится в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03. В нормах регламентируется ряд требований к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному.

При работе на ПК, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причём свето проёмы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проёму, необходимы специальные экранирующие устройства, снабжённые светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной плёнкой. В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещённое освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в тёмное, но и в светлое время суток.

Для искусственного освещения помещений следует использовать светильники с люминесцентными лампами общего освещения диффузные ОД-2-80. Светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм, КПД = 75 %, светораспределение – прямое.

Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора и стене с окнами.

Согласно действующим Строительным нормам и правилам для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещённость рабочих мест, а для естественного и совмещённого – коэффициент естественной освещённости (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,5%. Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами, которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности – это СП 52.13330 и СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278-03

Нормы освещённости зависят от принятой системы освещения. Так, при комбинированном искусственном освещении, как более экономичном, нормы выше, чем при общем. При этом освещённость, создаваемая светильниками общего освещения, должна составлять 10% от нормируемой, но не менее 300 -500 лк, а комбинированная – 750 лк [44].

Кроме количественных, нормируются и качественные показатели освещённости. Так, для ограничения неблагоприятного действия пульсирующих световых потоков газоразрядных ламп установлены предельные значения коэффициентов пульсации освещённости рабочих мест в пределах 10-20% в зависимости от разряда зрительной работы. Рекомендуемая освещённость для работы с экраном дисплея составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой над документами – 400 лк (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03) [49].

Превышение уровней электромагнитного и ионизирующего излучения

Персональные ПК являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфра низко частотного, электростатических полей. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний.

Оценка опасности воздействия магнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Уровни допустимого облучения определены в ГОСТ 12.1.006-84 [67]. Нормативными параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 мГц являются напряженности E и H электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 10 В/м по электрической составляющей, а по стандартам MPR II не должна превышать 2.5 В/м по электрической и 0.5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

К основным методам защиты от электромагнитных излучений относятся: рациональное размещение излучающих и облучаемых объектов; ограничение времени нахождения работающих в электромагнитном поле (не более двух часов в день); защита расстоянием (не менее 600-700 мм от экрана дисплея).

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

При проведении лабораторных исследований в воздух выделяются вредные и опасные твердые и жидкие вещества, а также пары и газы. Пары и газы образуют с воздухом смеси, а твердые и жидкие частицы образуют аэродисперсные системы – аэрозоли. *Аэрозолями* называют воздух или газ, содержащие в себе взвешенные твердые или жидкие частицы.

Пыль является основной производственной вредностью в горнодобывающей промышленности. Аэрозоли дезинтеграции образуются при дроблении какого-либо твердого вещества, например, в дезинтеграторах, дробилках, мельницах и других процессах.

Биологическая активность пыли зависит от ее химического состава. Фиброгенность пыли определяется содержанием в ней свободной двуокиси кремния (SiO_2). Пыль железной руды содержит до 30% свободной SiO_2 . Чем больше содержание в пыли свободной двуокиси кремния, тем она более агрессивна.

Пыль, попадая в организм человека, оказывает фиброгенное воздействие, заключающееся в раздражении слизистых оболочек дыхательных путей. Оседая в легких, пыль задерживается в них. При длительном вдыхании пыли возникают профессиональные заболевания легких – *пневмокониозы*. При вдыхании пыли, содержащей свободный диоксид кремния (SiO_2), развивается наиболее известная форма пневмокониоза – силикоз.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений и открытых площадок в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [37] устанавливают предельно допустимые концентрации

(ПДК) вредных веществ. ПДК выражаются в миллиграммах (мг) вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр воздуха, т. е. мг/м³. ПДК пыли приведены в таблице 5.5

Таблица 5.5

Предельно-допустимые концентрации пыли в (ГОСТ 12.1.005-88 [48])

| Наименование вещества | Величина ПДК, мг/ м ³ | Агрегатное состояние | Класс опасности |
|--|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| Пыль растительного и животного происхождения: • с примесью диоксида кремния | 4 | аэрозоль | IV |

Мероприятия для снижения содержания пыли в воздухе рабочей зоны:

- увлажнение обрабатываемых материалов предупреждает пыление, попадание частиц пыли в воздух рабочей зоны;
- использование вентиляции;
- применение средств индивидуальной защиты.

В ряде случаев для защиты от воздействия вредных веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты работающих (респираторы, противогазы), однако следует учитывать, что при этом существенно снижается производительность труда персонала.

Фильтрующими приборами (респираторами и противогазами) пользуются при невысоком содержании вредных веществ в воздухе рабочей зоны (не более 0,5% по объему) и при содержании кислорода в воздухе не менее 18%.

Превышение уровня шума на рабочем месте

В лабораторном этапе выполнения инженерно-геологических исследований, шум вызывают дробильные установки. Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются ГОСТ 12.1.003-14 [46].

Таблица 5.6

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука [46]

| Рабочие места | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА |
|--|--|---|----|----|-----|-----|-----|-----|------|--|
| | 1,5 | 3 | 25 | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1600 | |
| Помещения лабораторий для проведения экспериментов | 03 | 1 | 3 | 7 | 3 | 0 | 8 | 6 | 4 | 75 |

На данном, лабораторном этапе эффективными мероприятиями по борьбе с вредным фактором являются:

1. Правильная организация труда и отдыха (устройство кратковременных перерывов в работе).
2. Применение средств индивидуальной защиты (противошумные вкладыши, противошумные наушники, шлемофоны и др.).

Монотонность труда и умственное перенапряжение

На данном этапе работы включают в себя все виды деятельности, требующие напряжения работы головного мозга, центральной нервной системы и зрительного напряжения.

Факторы трудового процесса: тяжесть труда и монотонность труда проводится в соответствии с руководством Р 2.2.2006–05 [62].

Количественной оценкой умственного труда является степень нервно-эмоциональной напряженности. Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на ЦНС, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Характеризуется интеллектуальными нагрузками (содержание работы, степень сложности задания), сенсорными (длительность наблюдения и число одновременно наблюдаемых объектов: контрольно-измерительные приборы, продукт производства), эмоциональными (степень ответственности, риска для собственной жизни и безопасности других лиц), степенью монотонности нагрузок, режимом работы (продолжительность рабочего дня, сменность работы).

В соответствии с Р 2.2.2006-05 [62] класс условий труда по напряженности трудового процесса характеризуется как вредный.

- решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкции;
- обработка, проверка и контроль за выполнением задания;
- работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат.

Основным показателем трудовой деятельности человека принято считать его *работоспособность*, то есть способность производить действия, характеризующаяся количеством и качеством работы за определенное время. Во время трудовой деятельности функциональная способность организма изменяется во времени.

В соответствии с суточным циклом организма наивысшая работоспособность отмечается в утренние (с 8 до 12) и дневные (с 14 до 17) часы. В дневное время наименьшая работоспособность, как правило, отмечается в период между 12 и 14 ч, а в ночное время – с 3 до 4 ч. С учетом этих закономерностей определяют сменность работы предприятий, начало и окончание работы в сменах, перерывы на отдых и сон.

На нормализацию условий труда направлены следующие мероприятия:

- чередование периодов работы и отдыха;
- двукратный отпуск в течение одного года работы;
- целесообразность пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями подряд [65].

Элементами рационального режима труда и отдыха являются производственная гимнастика и комплекс мер по психофизиологической разгрузке, в том числе функциональная музыка.

4.4 Экологическая безопасность

Геологическая среда – неотъемлемая часть окружающей среды и биосферы, охватывающая верхние разрезы гидросферы, в которую входят четыре важнейших компонента: горные породы (вместе с почвой), подземные воды (вместе с жидкими углеродами), природные газы и микроорганизмы, постоянно находящиеся во взаимодействии, формируя в естественных и нарушенных условиях динамическое равновесие.

Безопасность экологическая – состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное (промышленность, строительство) и сельскохозяйственное.

Воздействие экологически вредное – воздействие объекта хозяйственной или иной деятельности, приводящее к значительным, иногда необратимым изменениям в природной среде и оказывающее негативное влияние на человека [52].

Инженерно-геологические работы, как и прочие производственные виды деятельности человека, наносят вред геологической среде.

Вредные воздействия на геологическую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах классифицируются во «Временных методических рекомендациях по обоснованию природоохранных затрат при производстве геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые» [67].

При производстве буровых работ, загрязнение может приводить к снижению продуктивности почв и ухудшению качества подземных и поверхностных вод.

Причины, влияющие на окружающую среду, могут быть следующими:

- а) неправильная прокладка дорог и размещение буровых установок;
- б) планировка буровых площадок;
- в) нерациональное использование земельных участков под буровые установки;
- г) несоблюдение правил и требований.

С целью уменьшения повреждений земельных угодий и снижение вредных воздействий, геологоразведочные организации должны ежегодно разрабатывать планы-графики перемещения буровых агрегатов с учетом времени посевов и уборки сельскохозяйственных культур.

Подъездные дороги и буровые площадки по возможности необходимо располагать на малопродуктивных землях, а размеры их должны быть минимальными.

В процессе бурения выполняют следующие охранные мероприятия:

- 1) конструкции скважин должны обеспечивать изоляцию подземных вод от поверхностных и грунтовых;
- 2) промывочные жидкости и химические реагенты, применяемые для промывки должны исключать загрязнение подземных вод;
- 3) слив использованного промывочного раствора и химических реагентов в открытые водные бассейны и непосредственно на почву запрещается;
- 4) все использованные жидкости и химические реагенты вывозятся в специальные места для захоронения.

По окончании буровых работ должна быть проведена рекультивация, то есть комплекс мероприятий по восстановлению земельных отводов. Оборудование и

железобетонные покрытия демонтируют и вывозят, остатки дизельного топлива и моторного масла сжигают, глинистый раствор вывозят, нарушенный растительно-почвенный покров закрывают дерном и почвенным слоем. Проводят биологическую рекультивацию – озеленение.

4.4.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой жертвы, ущерб здоровью или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС.

ЧС могут быть классифицированы по значительному числу признаков:

- по происхождению (антропогенные, природные);
- по продолжительности (кратковременные затяжные);
- по характеру (преднамеренные, непреднамеренные);
- по масштабу распространения.

4.4.2 Пожарная и взрывная безопасность

Пожаром называют неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве, опасное для людей и наносящее материальный ущерб.

Пожарная и взрывная безопасность – это система организационных и технических средств, направленная на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов.

Пожары на промышленных горнодобывающих предприятиях, на транспорте, в быту представляют большую опасность для людей и причиняют огромный материальный ущерб. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Основными причинами пожаров на производстве являются:

1. Причины электрического характера (короткие замыкания, перегрев проводов);
2. Открытый огонь (сварочные работы, костры, курение, искры от автотранспорта и неомедленного инструмента);
3. Удар молнии;
4. Разряд зарядов статического электричества.

Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной взрывной относятся к категории В – пожароопасное (согласно НПБ 105-03). Горючие и трудно горючие твердые материалы (в том числе пыли и волокна, мебель), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Для устранения причин пожара электрического характера необходимо: регулярно контролировать сопротивление изоляции электрической сети, принять меры от механических повреждений электрической проводки. Во всех электрических цепях устанавливается отключающая аппаратура (предохранители, магнитные пускатели, автоматы). Сечение проводов электрической сети должно соответствовать установленной мощности.

Все сварочные работы производятся на специально выделенных участках (сварочные посты). В случае необходимости производства сварочных работ в другом месте

необходимо получить разрешение у главного инженера. Запрещается курить, разводить костры в недозволенных местах.

Весь автотранспорт при работе во взрывоопасных зонах снабжаются искрогасителями. В этих зонах также обязательно использование омедненного инструмента.

Комплекс защитных мер и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загораний и разрушений молнией при грозе называется *молниезащитой*.

Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного противопожарных инструктажей. По окончании инструктажей проводится проверка знаний и навыков. Результаты проверки оформляются записью в «Журнал регистрации обучения видов инструктажа по технике безопасности» согласно ГОСТ 12.1.004-91 [36].

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; обучать подчиненный персонал правилам пожарной безопасности и разъяснять порядок действий в случае возгорания или пожара; осуществлять постоянный контроль за соблюдением всеми рабочими противопожарного режима, а также своевременным выполнением противопожарных мероприятий; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара применять меры по его ликвидации.

Для быстрой ликвидации возможного пожара на территории базы располагается стенд с противопожарным оборудованием согласно ГОСТ 12.1.004-91 [36]:

| | |
|--|-------|
| 1. Огнетушитель марки ОВП-10 и ОП-10 (з) | 2 шт. |
| 2. Ведро пожарное | 2 шт. |
| 3. Багры | 2 шт. |
| 4. Топоры | 1 шт. |
| 5. Ломы | 2 шт. |
| 6. Ящик с песком, 0,2 м ³ | 2 шт. |

Пожарный щит необходим для принятия неотложных мер по тушению возможного возгорания до приезда пожарной бригады. Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания. В качестве огнетушительных веществ для тушения пожаров применяются: вода в виде компактных струй – для тушения твердых веществ; пены химические- для тушения нефти и ее продуктов, горючих газов; пены воздушно-механические- для тушения твердых веществ, нефти и ее продуктов; порошковый состав (флюсы), песок- для тушения нефти, металлов и их сплавов; углекислота твердая (в виде снега)- для тушения электрооборудования и других объектов под напряжением; инертные газы- для тушения горючих газов и электрооборудования.

Согласно СП 112.13330.2011 [71] эвакуационными выходами считаются такие, которые ведут: а) из помещений первого этажа непосредственно (или через коридор, вестибюль, лестничную клетку) наружу; б) из помещений любого этажа, кроме первого, в коридор или проход, ведущий к лестничной клетке или непосредственно в лестничную клетку, имеющую выход наружу; в) из помещения в соседние помещения в том же этаже,

обеспеченные выходами наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку.

Суммарная ширина лестничных маршей в зависимости от количества людей, находящихся в наиболее населенном этаже, кроме первого, а также ширина дверей, коридоров или проходов на пути эвакуации во всех этажах должны применяться не менее 0,6 м на 100 человек. Минимальная ширина эвакуационных дверей – 0,8 м, высота дверей и проходов – не менее 2 м. Ширину проходов, коридоров, дверей, лестничных маршей и площадок лестниц следует принимать следующей (в м): проход от 1,0; дверь от 0,8 до 2,4; лестничный марш от 1,05 до 2,4; площадка лестницы 1,05 (не менее ширины марша).

За нарушение правил рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего трудового распорядка.

4.4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

На проектируемом участке могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

Техногенного характера:

1. Крушения и аварии товарных поездов.
2. Авиационные катастрофы в аэропортах и населенных пунктах
3. Пожары (взрывы) в зданиях, сооружениях жилого, социального и культурного назначения.
4. Аварии на канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ.

Природного характера:

1. Землетрясения,
2. Сели,
3. Абразия, эрозия,
4. Цунами,
5. Сильное волнение (5 баллов и более),
6. Сильное колебание уровня моря,
7. Высокие уровни вод (наводнения),
8. Лесные пожары и так далее.

Одним из самых опасных факторов, развитых на участке является сейсмическая активность.

Землетрясение – это подземные толчки и колебания земной поверхности, вызванные естественными процессами, происходящими в земной коре.

Интенсивность землетрясения оценивается по 12-ти бальной сейсмической шкале (MSK-86), для энергетической классификации землетрясений пользуются магнитудой. Условно землетрясения подразделяются на слабые (1-4 балла), сильные (5-7 баллов) и разрушительные (8 и более баллов). При землетрясениях лопаются и вылетают стекла, с полок падают лежащие на них предметы, шатаются книжные шкафы, качаются люстры, с потолка осыпается побелка, а в стенах и потолках появляются трещины. Все это сопровождается оглушительным шумом. После 10-20 секунд тряски подземные толчки усиливаются, в результате чего происходят разрушения зданий и сооружений. Всего десяток сильных сотрясений разрушает все здание. В среднем землетрясение длится 5-20с.

Чем дольше длятся сотрясения, тем тяжелее повреждения. Очагом поражения при землетрясении называется территория, в пределах которой произошли массовые разрушения и повреждения зданий, сопровождающиеся поражениями и гибелью людей, животных, растений.

К защитным мероприятиям при землетрясении относятся постоянно проводимые мероприятия, основанные на сейсмическом районировании: ограничение землепользования, укрепление сооружений и сейсмостойкое строительство, демонтаж недостаточно сейсмостойких сооружений, ограничения в размещении внутри зданий опасных или легко повреждаемых объектов, подготовка мероприятий, основанных на прогнозе момента землетрясения и т.д.

Как подготовиться к землетрясению:

- Заранее продумайте план действий во время землетрясения.
 - Разъясните остальным, что они должны делать во время землетрясения и обучите их правилам оказания первой медицинской помощи.
 - Держите в удобном месте документы, деньги, карманный фонарик и запасные батарейки.
 - Имейте запас питьевой воды.
 - Опасные вещества (ядохимикаты, легковоспламеняющиеся жидкости) храните в надежном, хорошо изолированном месте.
 - Все должны знать, где находиться рубильник, магистральные газовые и водопроводные краны, чтобы в случае необходимости отключить электричество, газ и воду.
- При нахождении во время землетрясения на улице следует:
- Направляться к свободным пространствам,
 - Удалиться от зоны бедствия,
 - Следить за опасными предметами, которые могут оказаться на земле (провода под напряжением, стекла и так далее)
 - Не укрываться вблизи плотин, речных долин, на морских пляжах и берегах озер,
 - Обеспечиться питьевой водой,
 - Следовать инструкциям только местных властей, участвовать в помощи.

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Технический план видов и объёмов проектируемых работ

Комплекс проектируемых поисковых работ определяется задачами, поставленными геологическим заданием. Для определения материальных затрат, связанных с выполнением геологического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их параллельное, либо последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту. Материальные затраты на выполнение комплекса поисковых работ будут зависеть от следующих факторов:

- видов и объёмов работ;
- геолого-географических условий;
- материально-технической базы предприятия;
- квалификации работников;
- уровня организации работ.

Виды и объёмы работ приведены в Таблица 5.1.

Таблица 5.1

Сводная таблица видов и объемов работ

| Наименование работ | Единица измерения | Объем работ | Примечание |
|---|-------------------|-------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Топогеодезические работы | | | |
| Топогеодезические работы | га | 2 | СП 317.1325800.201 7 |
| 2. Буровые работы | | | |
| Колонковое бурение | п.м | 32 | РСН 74-88 15м*1=15 м 7м*1=7 м 10м*1=10 м |
| Количество скважин | шт. | | 3 |
| 3. Опробование горных выработок | | | |
| Отбор образцов грунта ненарушенной структуры (в том числе скальные) | монолит | 10 | ГОСТ 12071-2014 |
| Образцы нарушенного сложения | мешки | 14 | |
| Отбор проб воды | проба | 1 | ГОСТ 31861-2012 |
| 4. Полевые работы | | | |
| Определение плотности грунта методом лунки | образец | 6 | ГОСТ 28514-90 |
| 5. Лабораторные исследования дисперсных грунтов и крупнообломочных грунтов | | | |
| Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм | образец | 16 | ГОСТ 12536-2014 |
| Определение влажности | образец | 16 | ГОСТ 5180-2015 |
| Определение границы текучести и раскатывания | образец | 2 | |
| Определение плотности грунта методом гидростатического взвешивания | образец | 10 | |
| Определение плотности грунта методом режущего кольца | образец | 2 | |

| | | | |
|--|---------|----|---|
| Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом | образец | 16 | |
| Касательные силы морозного пучения | образец | 6 | ГОСТ Р 56726-2015 |
| Истираемость | образец | 10 | ГОСТ 8269.0-97 |
| Степень пучинистости ¹ | образец | 6 | ГОСТ 28622-2012 |
| Набухание и усадка ¹ | образец | 2 | ГОСТ 12248-2010 |
| <i>6. Скальные грунты</i> | | | |
| Предел прочности на одноосное сжатие в естественном и водонасыщенном состоянии | образец | 12 | ГОСТ 12248-2010 |
| Изготовление кубика размером 5х5х12,5 см со шлифовкой граней из прочных пород | образец | 12 | |
| Водонасыщение | образец | 10 | ГОСТ 8269.0-97 |
| Определение истинной плотности | образец | 10 | |
| Определение влажности | образец | 12 | ГОСТ 5180-2015 |
| Плотность грунта методом гидростатического взвешивания | образец | 10 | ГОСТ 5180-2015 |
| Истираемость | образец | 6 | ГОСТ 8269.0-97 |
| <i>7. Прочее</i> | | | |
| Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали | образец | 1 | ГОСТ 9.602-2016 |
| Определение коррозионной агрессивности грунтов к бетону и железобетону | образец | 1 | СП 28.13330.2016 |
| Коррозионная агрессивность к алюминиевой и свинцовой оболочке кабеля | образец | 1 | ГОСТ 9.602-2005 |
| Приготовление водной вытяжки (коррозия грунтов) | образец | 1 | |
| Засоленность грунтов | образец | 3 | ГОСТ 27753.4-88 |
| Химический состав грунтовых вод и углекислотная агрессивность | образец | 1 | Нормативные документы согласно СП 11-105-97 (Часть IV) приложение К |
| <i>8. Камеральная работа</i> | | | |
| Буровых работ | п.м | 32 | |
| Камеральная обработка материалов буровых работ прошлых лет | отчет | 1 | |

5.2 Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ

Расчет затрат времени произведен по единым нормам времени в соответствии с ССН.

Расчет затрат времени (N_i) по каждому виду работ:

$$N_i = N_{вр} \times K \times V_i \quad (5.1)$$

где $N_{вр}$ – норма времени на выполнение единицы i -го вида проектируемых работ;

K – поправочный коэффициент, учитывающий изменение затрат времени в связи с отклонением условий от нормализованных;

V_i – объем i -го вида работ.

Топогеодезические работы

Таблица 5.2

Затраты времени на топогеодезические работы [85]

| № п.п | Виды работ | Ед. изм. | Объем работ | Норма времени | Источник нормы | Затраты времени на объем (бр.-дн.) |
|--------|---------------------------|----------|-------------|---------------|---------------------------|------------------------------------|
| 1 | Планово-высотная привязка | точка | 3 | 0,11 | ССН-93 вып.9 Табл.6 | 0,33 |
| Итого: | | | | | | 0,33 |

Таблица 5.3

Затраты труда на топогеодезические работы [86]

| Наименование должности | Источник нормы | Норма на ед. работ | Затраты труда на весь объем (чел.-дн.) |
|------------------------|---------------------------|--------------------|--|
| Начальник | ССН-93 Вып.9, табл. 51 | 0,3 | 0,17 |
| Техник геодезист | | 0,11 | 0,06 |
| Икатегории | | 0,11 | 0,06 |
| Замерщик 3 разряда | | | |
| Итого: | | | 0,29 |

Таблица 5.4

Затраты времени на буровые работы

| № п.п | Виды работ | Категории пород | Объем работ | Номы времени | Источник нормы | Затраты времени на объем (ст.-см.) |
|--------|---|-----------------|-------------|--------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Колонковое бурение (III кат. – 151 мм, IV и IX кат. – 132 мм. | III | 10 м | 0,04 | ССН-93 вып.5 табл.10 | 0,4 |
| | | IV | 5 м | 0,06 | | 0,3 |
| | | IX | 17 м | 0,16 | | 2,72 |
| Итого: | | | | | | 3,42 |
| 2 | Монтаж/демонтаж и перемещение буровой установки | | 3 | 0,70 | ССН-93 Вып.5, табл. 102 | 2,1 |
| Итого: | | | | | | 5,52 |

Таблица 5.5

Затраты труда на буровые работы [86]

| Наименование должности | Источник нормы | Норма на ед. работ | Затраты труда на весь объем (чел.-дн.) |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------|--|
| Машинист буровой установки | ССН-93 Вып.5, табл. 16 | 1 | 2,44 |
| Помощник машиниста буровой установки | | 1 | 2,44 |

Таблица 5.6

Затраты труда на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки [86]

| Наименование должности | Источник нормы | Норма на ед. работ | Затраты труда на весь объем (чел.-дн.) |
|------------------------|----------------------------|--------------------|--|
| ИТР | ССН-93 Вып.5, табл. 103 | 0,36 | 1,26 |
| Рабочие | | 2,10 | 7,35 |
| Итого: | | | 8,61 |

Полевые работы
Опробование грунтов

Таблица 5.7

Затраты времени на полевые работы [86,88]

| № п.п. | Виды работ | Ед. изм. | Объем работ | Нормативы времени | Источник нормы | Затраты времени на объем (бр.-см.) |
|--------|-----------------------------------|----------|-------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 1 | Отбор проб ненарушенного сложения | шт. | 10 | 0,528 | ЕНВиР, н.367 | 5,28 |
| 2 | Отбор проб нарушенного сложения | | 14 | 0,1643 | ССН-93 вып.1, ч.5 табл. 101 | 2,30 |
| Итого: | | | | | | 7,58 |

Таблица 5.8

Затраты труда на опробование [86]

| Наименование должности | Источник нормы | Норма на ед. работ | Затраты труда на весь объем (чел.-дн.) |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------|---|
| Бурильщик 4 разряда | ССН-93 вып.1, ч.5 табл. 474 | 0,5 | 3,12 |
| Помощник бурильщика | | 0,5 | 3,12 |
| Техник II категории | | 0,5 | 3,12 |
| Геолог I категории | | 0,05 | 0,03 |
| Итого: | | | 9,39 |

Лабораторные работы

Таблица 5.9

Затраты времени на лабораторные работы [88]

| № п.п. | Виды работ | Объем работ | Нормы времени | Нормы по ЕНВиР | Затраты времени на объем, ч |
|--------|--|-------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | Гранулометрический состав | 16 | 1,872 | н.1656 | 29,95 |
| 2 | Определение влажности | 28 | 0,227 | н.1622 | 6,356 |
| 3 | Определение границы текучести и раскатывания | 2 | 1,717 | н.1631 | 3,434 |
| 4 | Определение плотности грунта | 2 20 | 0,533 0,666 | н.1626 н.1627 | 1,07 13,32 |
| 5 | Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом | 26 | 0,610 | н.1630 | 15,86 |
| 6 | Определение коррозионной агрессивности грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали | 1 | 8,244 | н.1807 | 8,244 |
| 7 | Сокращенный анализ пресных вод | 1 | 7,434 | н. 1806 | 7,434 |
| 8 | Краткий анализ водной вытяжки (засоленность) | 3 | 6,335 | н. 1808 | 19,005 |
| 9 | Разделка камня и отбор средней пробы | 12 | 1,224 | н. 1707 | 14,688 |
| 10 | Изготовление кубиков размером 5х5х5 со шлифовкой из твердых пород | 12 | 2,715 | н. 1708 | 32,58 |
| 11 | Предел прочности исходной горной породы при сжатии | 12 | 0,45 | н. 1703 | 5,4 |
| 12 | Водопоглощение | 10 | 0,281 | н.1682 | 5,06 |
| 13 | Истираемость | 16 | 1,2 | н.1705 | 34,56 |
| Итого: | | | | | 196,96 ч |

Примечание: согласно ЕНВиР Часть 2. п.8.2 для расценок следует применять повышающие коэффициенты 1,8 в зависимости от условий работ.

Таблица 5.10

Затраты труда на лабораторные работы [89]

| Наименование должности | Источник нормы | Норма на ед. работ | Затраты труда на весь объем (чел.-дн.) |
|------------------------|--------------------------|--------------------|--|
| Инженер-лаборант | ССН-93 вып. 7, табл. 7.2 | 0,08 | 20,21 |
| Техник-лаборант | | 0,08 | 20,21 |
| Итого: | | | 40,42 |

Камеральные работы

Камеральные работы являются заключительным этапом изысканий, в этот период производится анализ, интерпретации и обобщение всей собранной информации об

инженерно-геологических условиях участка работ, конечным результатом которых является отчет об инженерно-геологических изысканиях. Согласно ЕНВиР-И Часть 2 [88] на инженерно-геологические и гидрогеологические работы и гидрогеологические работы общая длительность камеральной обработки составит 9,51 дней = 10 дней (табл. 9.2 Камеральные работы).

По проведенным расчетам составим таблицу необходимого времени на весь объем работ.

Таблица 5.11

Затраты времени на проектируемые работы

| Виды работ | Затраты времени на весь объем работ |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Топогеодезические работы | 0,33 – 0,5 дня |
| Полевые работы | 9,4 – 10 дней |
| Лабораторные работы | 196,96 ч – 19 дней |
| Камеральные работы | 10 дней |

Таким образом, общая продолжительность работ составит 40 дней, проектом предусмотрено параллельное проведение полевых и лабораторных работ, календарный план работ по проекту представлен в таблице 5.12.

Таблица 5.13

Календарный план работ

| Исполнители | Полевые и топогеодезические работы | Лабораторные работы | Камеральные работы |
|---------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Полевая группа | 10.08.2020-24.08.2020 | | |
| Лабораторная группа | 19.08.2020-14.09.2020 | | |
| Камеральная группа | | | 14.09.2020-28.09.2020 |

5.3 Расчет сметной стоимости

Стоимость инженерно-геологических работ определена по Справочнику базовых цен (1999 г.) на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1999 г.), при этом введены следующие коэффициенты:

$K = 1,50$ – коэффициенты к итогу сметной стоимости в зависимости от районного коэффициента к заработной плате (общие указания п.8 табл. 3), в районах приравненных к районам Крайнего Севера.

$K = 1,25$ – коэффициент при выполнении изысканий на территории со специальным режимом к ценам на полевые работы (общие указания п.8 (в)).

$K = 50,07$ – Письмо Минстроя России № 5414-ИФ/09 от 19.02.2020 (Приложение №2 к письму).

Таблица 5.14

Сметно-финансовый расчет работ по проекту [89]

| № | Наименование видов работ | Обоснование цен | Един. сметная стоимость, руб. | Расчет стоимости | Стоимость, руб. |
|---------------------------------|---|-----------------|----------------------------------|---|------------------------|
| Основные расходы | | | | | |
| Топогеодезические работы | | | | | |
| 1 | Плановая и высотная привязка при расстоянии между ними до 50 м, III категория (3 точки) | Табл.93 | 10,8 | 3*10,8*2,25 | 72,9 |
| Итого топогеодезические работы: | | | | | 72,9 |
| Полевые работы | | | | | |
| 2 | Колонковое бурение (диаметром до 160 мм) III категория – 10 м IV категория – 5 м IX категория – 17 м | Табл. 17 | 42,6 45,6 99,7 | 42,6*3*1,25 45,6*3*1,25 99,7*3*1,25 | 159,75 171 373,9 |
| 3 | Отбор монолитов из скважин в интервале до 10 м (2 шт.) | Табл. 57 | 22,9 | 2*22,9*1,25 | 57,25 |
| 4 | Отбор монолитов скальных пород с размером монолитов, см 5х5х5 и 10х10х10 (8 шт.) | Табл.58 | 36,1 | 8*36,1*1,25 | 361 |
| 5 | Определение плотности грунта методом лунки | Табл. 59 | 60,2 | 60,2*6 | 361,2 |
| Итого стоимость полевых работ: | | | | | 1754,1 |
| 5 | Внутренний транспорт | Табл. 4 | 13,75% от 1122,9 | | 154,39 |
| 6 | Внешний транспорт | Табл. 5 | 36,4% от 1122,9*1,1*1,25=1543,99 | | 562,01 |
| 7 | Организация и ликвидация работ | п.13 общ. 115К. | 6% от 1543,99 | | 92,64 |
| Итого стоимость прочих работ: | | | | | 809,04 |
| Лабораторные работы | | | | | |

| | | | | | |
|----|--|-------------|------|---------|-------|
| 8 | Определение влажности грунта | Т.62 п. 1 | 4 | 4x28 | 112 |
| 9 | Плотность влажного грунта методом гидростатического взвешивания с парафинированием | Т.62 п. 3 | 5,7 | 5,7x20 | 114 |
| 10 | Плотность методом режущего кольца | Т. 62 п. 4 | 4,5 | 4,5x2 | 9 |
| 11 | Плотность частиц грунта пикнометрическим методом | Т.62 п. 5 | 7,2 | 7,2x26 | 187,2 |
| 12 | Гранулометрический анализ ситовым методом и методом ареометра, с разделением на фракции от 10 до 0,005 мм | Т.62 п. 23 | 17,6 | 17,6x16 | 281,6 |
| 13 | Консистенция при нарушенной структуре | Т. 63 п. 3 | 18,2 | 18,2x2 | 36,4 |
| 14 | Изготовление кубика размером 5x5x12,5 см со шлифовкой граней из прочных пород | Т. 67 п. 16 | 28 | 28x12 | 336 |
| 15 | Предел прочности на одноосное сжатие в естественном и воздушно-сухом состоянии, и водонасыщенном состоянии | Т.67 п. 9 | 1,8 | 1,8x12 | 21,6 |
| 16 | Разделка камня | Т. 76 п. 33 | 6,2 | 6,2x12 | 74,4 |
| 17 | Водонасыщение | Т. 76 п.10 | 2,2 | 2,2x10 | 22 |
| 18 | Пробоподготовка | Т. 76 п. 32 | 0,9 | 0,9x12 | 10,8 |
| 19 | Подготовка проб щебня к испытаниям в полном барабане | Т.76 п. 43 | 13,3 | 13,3x16 | 212,8 |
| 20 | Истираемость | Т.76 п.30 | 11,3 | 11,3x16 | 180,8 |
| 21 | Касательные силы морозного пучения | Т. 62 п. 29 | 22,3 | 22,3x6 | 133,8 |
| 22 | Набухание и усадка | Т.62 п.9 | 3,8 | 3,8x2 | 7,6 |
| 23 | Коррозионная агрессивность по отношению к свинцовой оболочкам кабеля | Т.75 п.1 | 16,4 | 16,4x1 | 16,4 |
| 24 | Коррозионная агрессивность по отношению к алюминиевой оболочкам кабеля | Т.75 п.2 | 13,8 | 13,8x1 | 13,8 |
| 25 | Коррозионная агрессивность грунтов по отношению к стали | Т.75 п.4 | 18,2 | 18,2x1 | 18,2 |

| | | | | | |
|---|--|-----------|-----------------|----------------------------|-------------------|
| 26 | Коррозионная агрессивность грунтов и грунтовых вод по отношению к бетону (1 опр.) | Т.75 п.5 | 25,4 | 25,4x1 | 25,4 |
| 27 | Коррозионная агрессивность грунтовых вод по отношению к свинцовой и алюминиевой оболочке кабеля одновременно | Т.75 п. 8 | 21,5 | 21,5x1 | 21,5 |
| 28 | Коррозионная агрессивность грунтов и грунтовых вод по отношению к стали | Т.75 п. 9 | 11,7 | 11,7x1 | 11,7 |
| Итого стоимость лабораторных работ: | | | | | 2257,2 |
| Камеральные работы | | | | | |
| 29 | Камеральная обработка материалов буровых работ III категории сложности, 32 п.м | Табл. 82 | 9,4 | 32*9,4 | 300,8 |
| 30 | Камеральная обработка лабораторных исследований грунтов Скальных и полускальных Обработка хим. состава грунтов и почв | Табл. 86 | 10% 12% | 10% от 1784 12% от 1784 | 178,4 214,08 |
| 31 | Составление отчета, III категории сложности* | Табл. 87 | 25% | 25% от 693,28 | 173,32 |
| Итого стоимость камеральных работ: | | | | | 866,6 |
| Итого стоимость основных расходов проектируемых работ: | | | | | 5687,84 |
| Накладные расходы | | | 20% от 5687,84 | | 1137,57 |
| Плановые расходы | | | 8% от 6825,41 | | 546,03 |
| Компенсированные расходы | | | 2,6% от 7371,44 | | 191,7 |
| Резерв | | | 3% от 7563,1 | | 266,9 |
| Итого стоимость работ: | | | | | 7790 |
| Итого сметная стоимость работ с учетом районного коэффициента К=1,5 | | | | | 11684,99 |
| Итого сметная стоимость работ с учетом коэффициента К=50,07 | | | | | 585 067,42 |
| НДС 20% | | | | | 117 013,48 |
| Итого сметная стоимость работ: | | | | | 702 080,90 |

Примечание: * в стоимость камеральных работ не входит обработка материалов прошлых лет.

Весь комплекс работ будет выполняться в определенной последовательности. Сметная стоимость инженерно-геологических работ по строительство здания ГПК-13 с учетом НДС равна 702 080,90 руб.

Заключение

В дипломном проекте рассмотрены инженерно-геологические условия территории рудника Комсомольский Норильского промышленного района и составлен проект под строительство главного производственного корпуса. Работа выполнена для получения инженерно-геологической информации, которая должна быть необходимой и достаточной для решения задач проектирования.

Территория рудника рассматривалась с точки зрения проектируемых работ. В ходе изучения были разработаны план и методика проведения инженерно-геологических изысканий, которые обеспечат получение достоверных данных, необходимых для проектирования. Согласно ранее проведенным исследованиям на участке выделено 4 ИГЭ.

В соответствии с нормативной документацией и методической литературой сформулированы задачи проектируемых работ, для решения которых были запроектированы и обоснованы виды, объемы работ и методики их проведения.

Все работы, предусмотренные в проекте, планируется выполнить в течении 40 календарных дней. Общая стоимость работ составила 702 080,90 руб. (семь сот две тысячи восемьдесят рублей, девяносто копеек).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Фондовая литература

1. Попова Л.Д. «Рудник Комсомольский» Расширение добычи медистых и вкрапленных руд. 5ПК. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. РК-РМВ-ИГИ-Т. Том 2. Красноярск, 2018 г., 118 с. Фонд АО «Красноярская Буровая Компания», Инв. № 98.

2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Норильская. Лист R-45 Норильск. Объяснительная записка. Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016 г. 320 с + 7 вкл. Падерин П.Г., Деменюк А.Ф., Назаров Д. В., Чеканов В.И. и другие.

Нормативная литература

3. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» – М., 2018.

4. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

5. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – М.; 2011.

6. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. - Введенные в действие 01.01.2013 г. в замен ГОСТ 25100-95 – М.; Изд-во стандартов 2011.

7. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* - М.; 2011.

8. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменением №1).

9. ГОСТ 9.602-2016 Защита от коррозии – М.; Изд-во стандартов 2005.

10. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. М., 2019.

11. СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий. Актуализированная редакция СНиП 22-01-95.

12. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах СНиП II -7-81* (актуализированного СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» (СП 14.13330.2011)) (с Изменениям N 1).

13. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. Госстрой России – М.: ПНИИИС Госстрой России, 1997.

14. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения – М.: Стройиздат, 2012.

15. СП 116.13330.2011. Инженерная защита территории, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.

16. Карта ОСР-2015-С. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации ОСР-2015. Максимальная интенсивность сейсмических сотрясений (баллы), 1% вероятность возможного превышения в течении 50 лет. Период повторяемости 5000 лет.

17. Карта оценки техногенного воздействия на инженерно-геологические условия территории Российской Федерации. Масштаб 1:10 000 000. Автор: Островский В.Н., Ипполитова С.П., Мурзина Т.А.

18. ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний (с Изменениями «1,2, с поправками).
19. РСН 74-88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ.
20. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов; Изд-во стандартов 2014.
21. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
22. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб.
23. СП 115.13330.2016 Геофизика опасных природных воздействий. Изд-во стандартов 1995.
24. ГОСТ 28622-2012 Грунты. Методы лабораторного определения степени пучинистости.
25. И-ОИЗ-02-2012. Инструкция о порядке проведения инженерно-геологических работ.
26. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб.
27. СП 28.13330. 2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1).
28. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания общие положения.
29. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция (СНиП 2.02.04-88) С Изменениями № 1,2,3.
30. СП 11-103-97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства Введен впервые М.; Изд-во стандартов 1997.
31. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава.
32. ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований.
33. ГОСТ 5180-2016 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Взамен ГОСТ 5180-84, ГОСТ 5181-78, ГОСТ 5182-78, 5183-77— М.; Изд-во стандартов 2016.
34. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.; Изд-во стандартов 2010.
35. СП 116.13330.2016 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.
36. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92).
37. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
38. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения /Введен впервые 01.01.1997/ – М.; Изд-во стандартов 1996.
39. ГОСТ Р 56726-2015 Грунты. Метод лабораторного определения удельной касательной силы морозного пучения.
40. ГОСТ 11108-70 Коронки твердосплавные для колонкового бурения пород средней твердости. Технические условия (с Изменениями №1-4).

41. ГОСТ 12.0.003-2015 (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
42. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
43. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1).
44. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
45. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1).
46. ГОСТ 12.1.003-14 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
47. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
48. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
49. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 03.06.2003 N 118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03».
50. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».
51. СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
52. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».
53. СП 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях, общественных зданий и на территории жилой застройки».
54. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
55. ГОСТ 12.2.061-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
56. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные (с Изменением N 1).
57. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправкой).
58. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов в безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
59. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
60. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
61. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

62. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
63. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
64. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
65. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
66. СП 52.13330.2010 Естественное и искусственное освещение.
67. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля (с Изменением N 1).
68. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
69. Нормы пожарной безопасности НТБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (утв. МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314).
70. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
71. СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (утв. постановлением Минстроя РФ от 13 февраля 1997 г. N 18-7) (с изменениями от 3 июня 1999 г., 19 июля 2002 г.).
72. СП 317.1325800.2017 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
73. ГОСТ 30672-2012 Грунты. Полевые испытания.
74. ТДМ 50-601-2004 Санкт-Петербурга Методика оценки характеристик морозоопасных свойств грунтов в строительстве Санкт-Петербурга.

Опубликованная литература

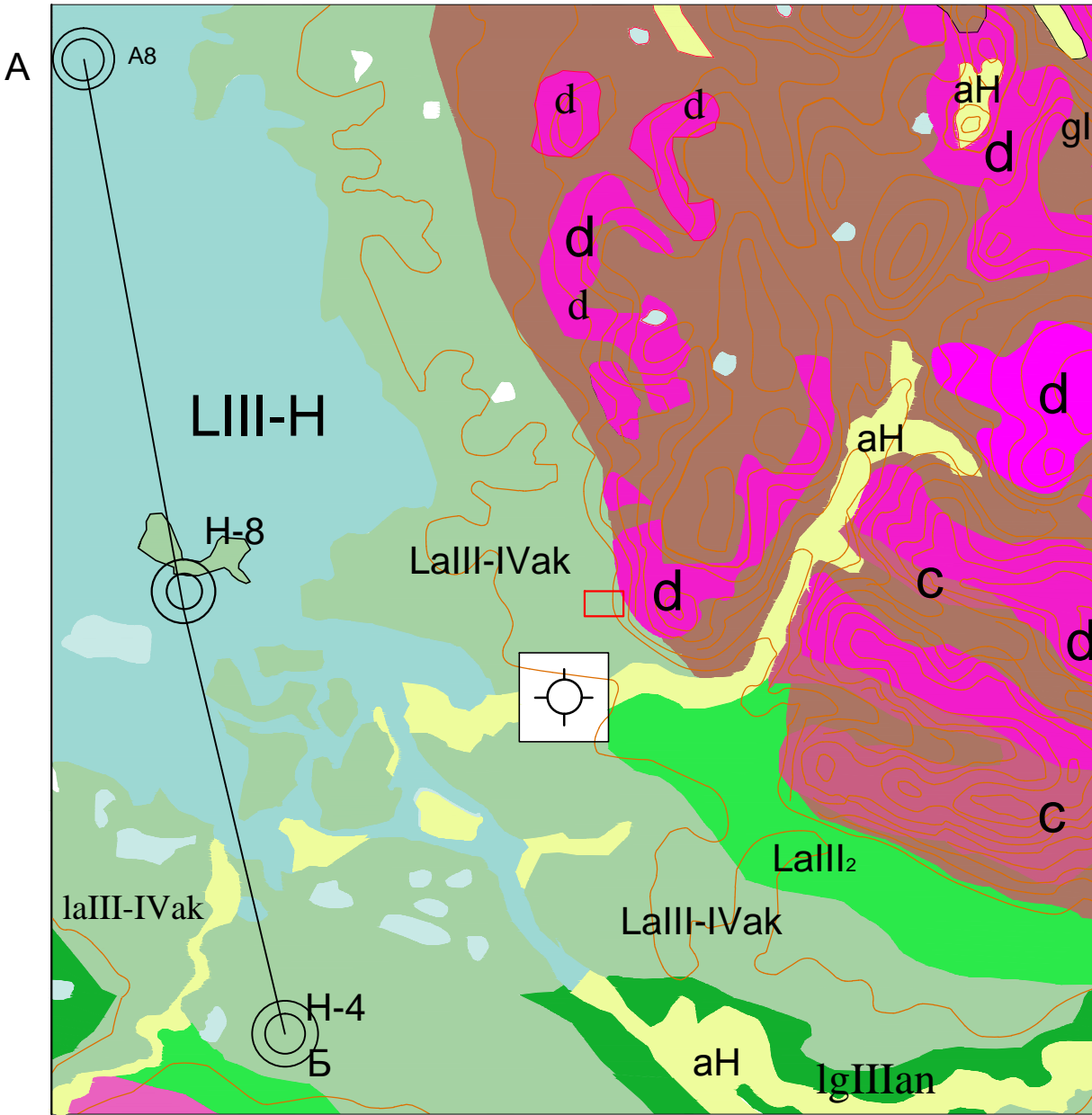
75. Научно-прикладной справочник по климату СССР, Серия 3 Многолетние данные части 1-6 Выпуск 21 Красноярский край Книга 1, Ленинград Гидрометеостройиздат, 1990 г. – 624 с.
76. Объяснительная записка. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000 000 (третье поколение). Серия Норильская. Лист R-45 – Норильск., СПб, 2016. – 308 с.
77. Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями» – ДПЛЬНИИС. – М.: Стройиздат, 1989. – 24 с.
78. Крамаренко В.В. Методические указания по расчетам оснований инженерных сооружений. Часть 1 Основания и фундаменты. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 98 с.
79. ГКИНП (ОНТА)–02-262-02. Инструкции по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS – 70 с.

80. ГКИНП-02-033-82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 – 98 с.
81. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 27.12.2019) – 403 с.
82. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. Б.М. Ребрик – М.: Недра, 1983 – 288 с.
83. Рекомендации по производству буровых работ при инженерно- геологических изысканиях для строительства. А.Г. Фомин и др. – М.:1970 – 80 с.
84. Сборник разъяснений, дополнений и изменений к документам по составлению проектно-сметной документации на геологоразведочные работы. (1993г.), Москва -1996 г. – 74 с.
85. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. Разведочное бурение. Выпуск 5., Москва «ВИЭМС», 1993 г. – 438 с.
86. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. Топографо-геодезические и маркшейдерские работы. Выпуск 9. Москва «ВИЭМС», 1993 г. – 348 с.
87. Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы. Часть 2 (инженерно-геологические изыскания). – 440 с.
88. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород. Выпуск 7. Москва «ВИЭМС», 1993 г. – 625 с.
89. Справочник базовых цен по инженерно-геологическим и инженерно-экологическим изысканиям для строительства – М.: Стройиздат,1999 – 144 с.
90. Том 2. / Научный совет по инженерной геологии и грунтоведению отделения геологии, геофизики и геохимии АН СССР; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова; Гл. ред. Е.М. Сергеев. - М.: Изд-во Московского ун-та, 1976 г.
91. Методическое пособие по определению физико-механических свойств грунтов. Н.С. Бирюков и др. – М.: Недра, 1975 – 175 с.
92. Инженерная геодинамика. Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б – СПб Наука, 2001. – 416 с.
93. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М., Стройиздат, 1985. – 480 с.
94. Деформации и напряжения в промерзающих и оттаивающих породах. Под редакцией проф. Э.Д. Ершова. Издательство Московского университета, 1985. – 171 с.
95. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. Учебн. пособие. М., «Высш. школа», 1973 г. – 445 с.
96. Полевые методы геокриологических исследований. Методическое руководство по учебной практике для студентов геологического факультета МГУ. Под редакцией Э.Д. Ершова и Г.И. Гордеевой. Издательство Московского университета, 1986 – 142 с.

Фрагмент карты четвертичных образований
района работ
(лист R-45, серия Норильская)

Масштаб 1:200000

Условные обозначения



- е** Элювий. Глыбники, отломники, щебень, дресва, алевроиты с отломами и щебнем
 - д** Делювий. Алевроиты с дресвой и щебнем
 - с** Коллювий. Глыбники, отломники, щебень
 - ed** Элювиodelювий. Алевроиты с дресвой и щебнем, алевроиты с отломами и щебнем
 - LIII-H** Лимний, алевроиты, илы, глины
 - laIII-IVak** Аяклинские слои. Лимний и аллювий. Пески, алевроиты, глины, редкая галька
 - aH** Аллювий поймы. Пески, алевроиты алевроиты с растительным детритом
 - laH** Лимноаллювий. Пески, алевроиты, глины
 - fIII4** Флювиогляциал. Валунники, галечники, гравийники, пески
 - laIII2** Лимноаллювий. Пески, алевроиты, глины
 - lgIIIan** Ангутихинские слои. Гляциолимний. Ленточные и ленточноподобные глины
 - gIIInp** Ньяпанская толща. Морена. Валлунные алевроиты и алевроитые пески, гляциомеланж
 - lgIIIkv** Коевская свита. Гляциолимний. Пески, ленточные и ленточноподобные глины, алевроиты
 - gIIjm** Ямкинская свита. Морена. Песчано-алеврито-глинистый диамиктон с валунами и галькой
 - mIIus** Устьсоленинская свита. Мориний. Глинистые алевроиты и глины с тонкими прослоями песка с незначительной примесью гравия и щебня
 - glbg** Болготохская свита. Морена. Валунные алевроиты, пески и глины с песчаными отторженцами
 - Дочетвертичные образования**
- Район проектируемых работ

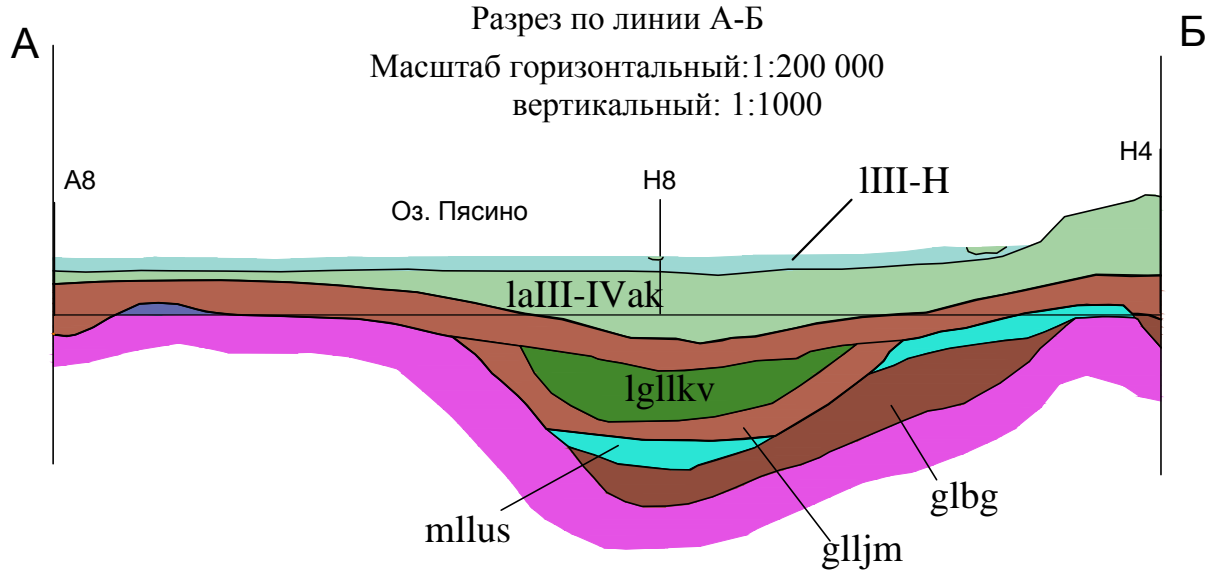
H-4

Буровая скважина на карте и ее номер

Крупное месторождение ПГМ

110

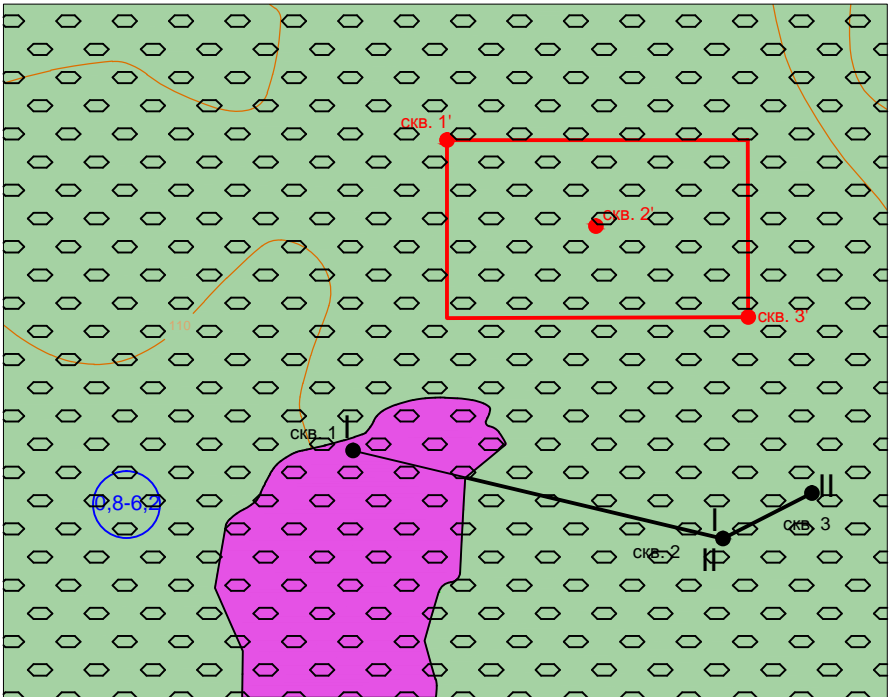
Изолинии рельефа



| НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ | | | | Дипломный проект | | Стадия | Лист | Листов |
|---|-----------------|--|--|--|--|--|------|--------|
| Студент | Чернова Е.А. | | | Инженерно-геологические условия территории рудника Комсомольский и проект инженерно-геологических изысканий под строительство главного корпуса | | П | 1 | 5 |
| Преподаватель | Крамаренко В.В. | | | | | Фрагмент карты четвертичных образований района работ (Лист R-45, серия Норильская) Масштаб 1: 200 000 | | |
| Руководитель ООП | Кузеванов К.И. | | | | | | | |

Карта инженерно-геологических
условий площадки изысканий

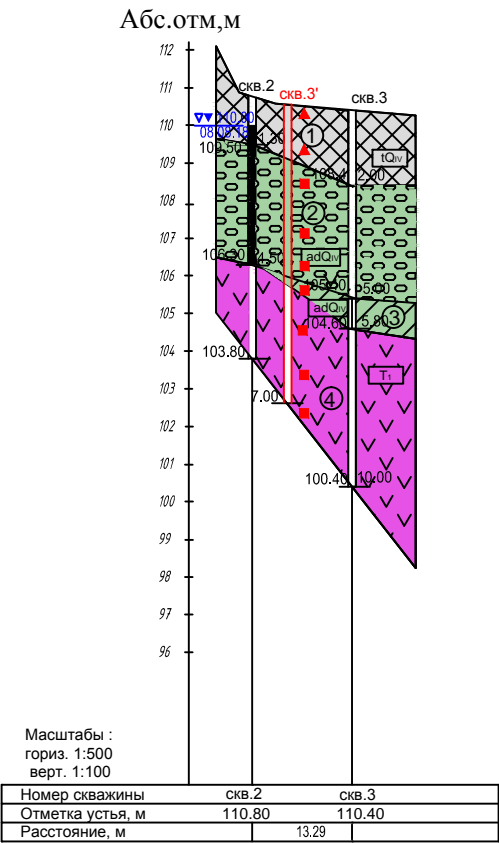
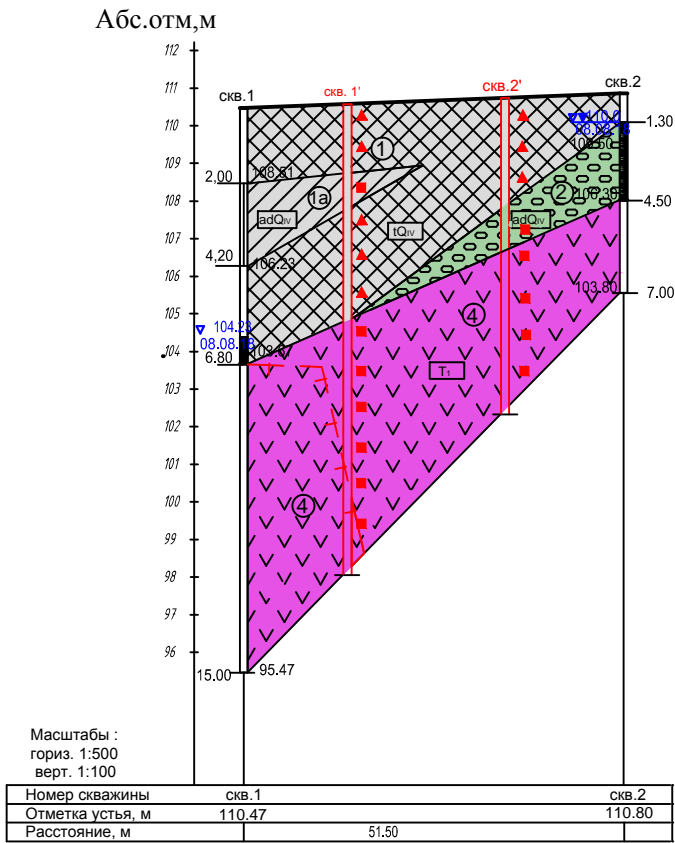
Масштаб 1:500



Примечание: техногенные грунты с карты ИГУ сняты

Инженерно-геологический разрез по
линии I-I

Инженерно-геологический разрез по
линии II-II



Условные обозначения

I. Стратиграфо-генетические комплексы (СГК)

- tQ_{IV} Техногенный грунт
- adQ_{IV} Среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения
- Дочетвертичные отложения

II. Инженерно-геологические элементы

- Насыпной грунт - щебенистый грунт с суглинистым и супесчаным заполнителем
- Галечниковый грунт с заполнителем до 15%, водонасыщенный
- Суглинок легкий, пылеватый, гравелистый 34%, тугопластичный
- Базальт морозный, прочный, слабовыветрелый, неразмываемый

III. Прочие обозначения

- Числитель - абсолютная отметка залегания грунтовых вод, м.
Знаменатель - дата замера уровня воды
- Граница СГК
- Граница инженерно-геологического элемента
- Линия залегания мерзлых грунтов, м
- Изолинии рельефа, м
- Залегание уровня грунтовых вод, м
- Линия разреза
- Скважины фондовых материалов 2018 г.
- Скважина фондовых материалов 2018 г.

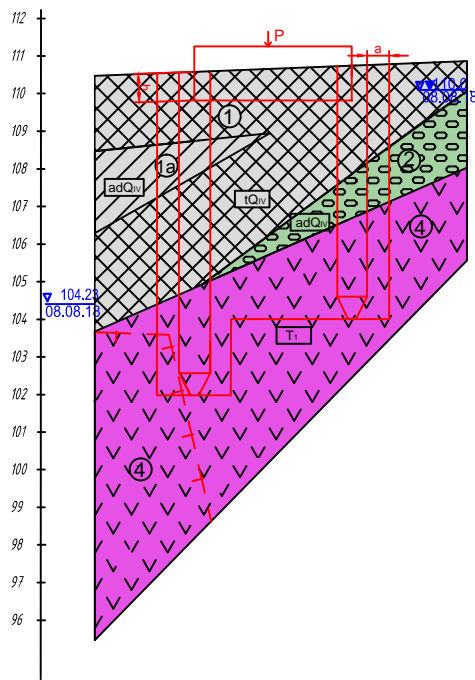
IV. Инженерно-геологические разновидности грунтов
по ИГЭ (по ГОСТ 25100-2011)

- Консистенция суглинков
- Насыщенные водой
- Тугопластичные
- Контур проектируемого здания
- Проектная скважина
- Проектная скважина с опробованием

Схема основания сооружения

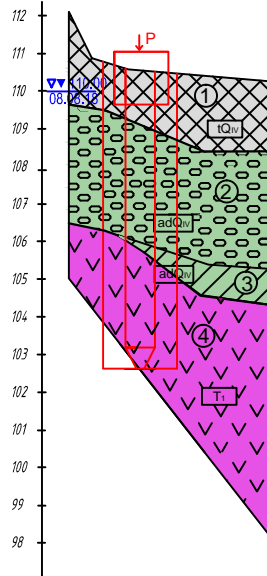
Масштабы:
горизонтальный 1:500
вертикальный 1:100

Абс.отм,м



Примечание: а - принимается как 0,5 шага свай, но не более 1,5d (d- диаметр поперечного сечения свай), согласно СП 24.13330.2016 п.7.4.7.
h - глубина заложения фундаментов должна проверяться расчетом по устойчивости фундаментов на действие сил морозного пучения грунтов.

Абс.отм,м



| Номер инженерно-геологического элемента | Показатели физико-механических свойств грунтов | Вид показателя | Цель определения |
|---|--|----------------|---|
| Дисперсные грунты | | | |
| 1, 2, 3, прослой в ИГЭ-1 | ρ_n - плотность | нормативный | Определение касательных сил морозного пучения |
| | τ – касательная сила пучения | нормативный | |
| | I_L – показатель текучести | нормативный | |
| Скальный грунт (базальт) | | | |
| 4 | ρ_n - плотность | расчетный | Определение несущей способности основания |
| | $R_{сж}$ – одноосное сжатие | расчетный | |

Нормативные и расченые показатели физико-механических свойств дисперсных и крупнообломочных грунтов

| Показатели | | | ИГЭ-1. Насыпной грунт. Щебенистый грунт магматических пород с суллинистым супесчаным заполнителем менее 30% водонасыщенный. | ИГЭ-2. Галечниковый грунт магматических пород с заполнителем 15% грунт водонасыщенный | ИГЭ-3. Суглинок легкий пылеватый гравелистый 34% тугопластичный |
|--------------------------------|------------------------|----------------|---|---|---|
| Грансостав, содержание в % | галыка/щебень (10-200) | | 65,3 | 56,7 | 23 |
| | гравий/дресва (2-10) | | 22,6 | 20,7 | 9,9 |
| | песок (0,1-2) | | 8,2 | 5 | 12,5 |
| | пыль (0,002-0,1) | | 4,9 | 10,3 | 52,3 |
| | глина (<0,002) | | 0,2 | 0,2 | 2,4 |
| Естественная влажность, д.е. | | W | 0,106 | 0,148 | 0,195 |
| Влажность на пределе | текучести, д.е | W _L | | | 0,265 |
| | раскатывания, д.е | W _p | | | 0,169 |
| Число пластичности | | I _p | | | 0,096 |
| Показатель текучести | | I _L | | | 0,279 |
| Плотность | грунта | ρ | 2,390 | 2,260 | 2,13 |
| | частиц грунта | ρ_s | 2,810 | 2,922 | 2,93 |
| | сухого грунта | ρ_a | 2,160 | 1,953 | 1,78 |
| Коэффициент водонасыщения, д.е | | S _r | 1,000 | 0,911 | 0,886 |
| Коэффициент пористости, д.е. | | e | 0,297 | 0,497 | 0,646 |
| Пористость, % | | n | 22,86 | 33,170 | 39,24 |
| Модуль деформации, МПа | | E | 45** | 39** | 19* |
| Удельное сцепление, кПа | | c | 4** | 4** | 28* |
| Угол внутреннего трения, град. | | ϕ | 45** | 45** | 22* |
| Расчетные значения | a=0,85 | ρ | 2,41 | 2,25 | 2,12 |
| | | c | 4 | 4 | 28 |
| | | ϕ | 45 | 45 | 22 |
| Расчетные значения | a=0,95 | ρ | 2,43 | 2,27 | 2,11 |
| | | c | 2,7 | 2,7 | 18,7 |
| | | ϕ | 39,1 | 39,1 | 19,1 |

Примечание: ** - значения приведены согласно «Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем...». Приложение 2, таб. 1,3 [78].
* - согласно СП 22.13330.2016. Приложение А, табл. А.2, А.3 [7].

Условные обозначения

I. Стратиграфо-генетические комплексы (СГК)

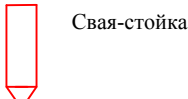
- tQIV Техногенный грунт
- adQIV Среднечетвертичные озерно-аллювиальные отложения
- Дочетвертичные отложения

II. Инженерно-геологические элементы

- 1 Насыпной грунт - щебенистый грунт с суглинистым и супесчаным заполнителем
- 2 Галечниковый грунт, с заполнителем до 15%, водонасыщенный
- 3 Суглинок легкий, пылеватый, гравелистый 34%, тугопластичный
- 4 Базальт морозный, прочный, слабовыветрелый, неразмываемый

Проектные работы

- Контур условного фундамента
- Проектная скважина
- Скважины фондовых материалов 2018 г.



III. Прочие обозначения

110.00 08.08.18 Числитель - абсолютная отметка залегания грунтовых вод, м.
Знаменатель - дата замера уровня воды

- Граница СГК
- Граница инженерно-геологического элемента
- Линия залегания мерзлых грунтов, м

IV. Инженерно-геологические разновидности грунтов по ИГЭ (по ГОСТ 25100-2011)

- Консистенция суглинков
- Насыщенные водой
- Тугопластичные

Нормативные и расченые показатели физико-механических свойств скального грунта

| Помер окажня - грубина | Плотность камня, г/см3 | | Кoeffициент выветрелости K _в , д.е. | Предел прочности | | Кoeffициент размягчаемости K _{раз} , д.е. | Водопоглощение W _{полн} , % |
|---|---------------------------|-------------------------|--|------------------|----------|--|---|
| | средняя ρ | истинная ρ _s | | естеств. | водонас. | | |
| | | | | | | | |
| ИГЭ-4 Базальт морозный, прочный, слабовыветрелый, неразмываемый | | | | | | | |
| Xп-среднее | 2,610 | 2,857 | 0,906 | 90,380 | 66,780 | 0,750 | 1,390 |
| S-среднеквадратичное | 0,069 | 0,076 | | 17,413 | 11,957 | | |
| V-коэф. вариации | 0,026 | 0,027 | | 0,193 | 0,179 | | |
| Xa=0,85 - расчетное значение | 2,589 | 2,832 | | 84,639 | 62,839 | | |
| Xa=0,95 - расчетное значение | 2,574 | 2,816 | | 80,862 | 60,246 | | |

ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД

на бурение инженерно-геологической скважины глубиной 10 м

Буровая установка - УБР - 2А2


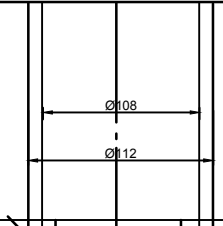
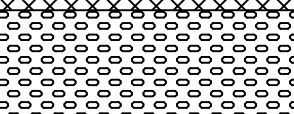
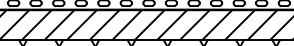
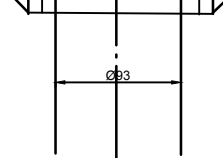

Бурильные трубы

Привод - гидропривод

Способ бурения - медленновращательный

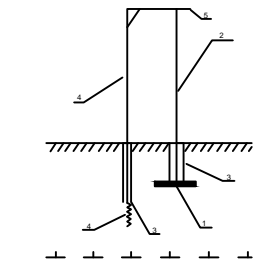
Способ отбора монолитов - вдавливаемыми грунтоносами

Тип грунтоноса - ГВ - 1

| Линейный масштаб | Геологическая часть | | | | | | Техническая часть | | | | | Примечание | |
|------------------|---|---|--------------------|-----|------------------|-----------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|---|---|--|---|
| | Литологическая колонка | Характеристика пород | Интервал залегания | | | Категория пород | Возможные осложнения | Схема конструкции скважины | Диаметр (мм) и глубина бурения (м) | Диаметр (мм) и глубина спуска обсадных труб (м) | Тип породоразрушающего инструмента | | Технологические параметры бурения |
| | | | От | До | Мощность слоя, м | | | | | | | | |
| 2 |  | Насыпной грунт - щебенистый грунт с суглинистым и супесчаным заполнителем | 0 | 2 | 2 | III | Возможно обрушение стенок скважин |  | 112 6,3 | 108 6,3 | Проектом предусмотрено использование твердосплавных коронок типа М6 для бурения по крупнообломочным грунтам (до глубины до 6,3 м), по базальтам планируется использование коронки СМ5 | Начальный диаметр бурения составит 112 м, основной - 93 м. До скального грунта и ниже на 0,5 м будет производиться обсадка скважин трубами диаметром 108 мм с целью предотвращения обрушения стенок скважин. Для обеспечения представительного керна бурение - укороченными интервалами (0,2-0,5 м) «в сухую». Предположительно выход керна составит 80-95%. | Отбор монолитов предусмотрен вдавливаемым грунтоносом типа ГВ-1. Максимальный наружный диаметр по башмаку - 1 08 мм. Длина - 605 мм; Масса грунтоноса - 8,6 кг. |
| 5 |  | Галечниковый грунт с заполнителем до 15%, водонасыщенный | 2 | 5 | 3 | IV | | | | | | | |
| 5,8 |  | Суглинок легкий, пылеватый, гравелистый 34%, тугопластичный | 5 | 5,8 | 0,8 | IV | |  | 93 10 | | | | |
| 10 |  | Базальт морозный, прочный, слабовыветрелый, неразмягчаемый | 5,8 | 10 | 4,2 | IX | | | | | | | |

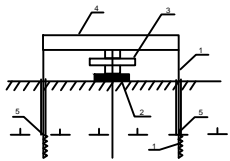
Методы определения характеристик пучинистости грунтов

Оборудование для полевого определения характеристик пучения (ГОСТ 27217-2012 Грунты. Метод полевого определения удельных касательных сил морозного пучения)



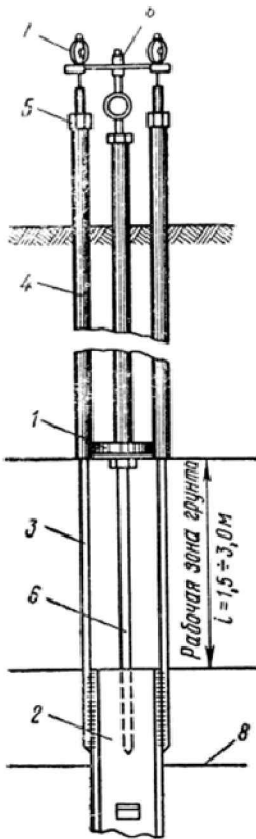
- 1 - пластина площадью 64 см2,
- 2 - металлический стержень приваренный к пластине;
- 3 - полихлорвиниловая трубка, заполненная тавотом;
- 4 - репер;
- 5 - горизонтальная планка.

Пучиномер
Схема устройства для измерения деформаций пучения



- 1 - анкера,
- 2 - рабочая пластина;
- 3 - динамометр ДОСМ-1-0,2
- 4 - балка;
- 5 - трубки с тавотом.

Пучиномер
Схема устройства измерения напряжений пучения



- 1 мессдоза; 2 - анкер, заложенный в вечномёрзлые грунты;
- 3-стальные стержни; 4-трубки, удерживающие мессдозу в неподвижном положении;
- 5-закрепленные гайки;
- 6-держатель мессуры; 7-мессура;
- 8 -верхняя поверхность ММГ



Схема установки мессдозы в грунте при определении нормальных сил морозного пучения

Методика расчета на морозное пучение (нормальных сил пучения)

Расчеты на воздействие лобовых сил морозного пучения [Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах, 1979 г.; п. 6.2]:

$$n_1 N_n > n F_{\text{п}} h_{\text{п}} \sigma^*$$

где:

- n_1 – коэффициент перегрузки, равный 0,9;
- n – коэффициент перегрузки, равный 1,1;
- N_n – нормативная нагрузка на основание в уровне подошвы фундамента;
- $F_{\text{п}}$ – площадь подошвы фундамента, см²;
- $h_{\text{п}}$ – глубина промерзания грунта, считая от подошвы фундамента, см.;
- σ^* – нормативное значение нормального давления морозного пучения, создаваемое одним сантиметром промороженного слоя грунта кгс/см² [Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах, 1979 г.; таблица 2].

Таблица 2. Значение нормального давления морозного пучения

| Наименование грунта по степени морозной пучинистости | σ^* в кгс/см ² , при площади подошвы фундамента, см ² | | | |
|--|--|-------|---------|----------|
| | 50х50 | 70х70 | 100х100 | >100х100 |
| Сильнопучинистые | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| Среднепучинистые | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |
| Слабопучинистые | 0,04 | 0,02 | 0,01 | - |

Направленность потока влаги, способной вызвать пучение грунтов, сохраняется в мерзлом состоянии в пределах -3+-5°С (Исследования Н.А. Пузасова)

В теплых условиях установившейся температуры начала пучения -0,5+-0,8°С, максимума пучения -2,7+-3,5°С. В лабораторных исследованиях выделены критические температуры начала пучения для грунтов различного состава: -1,5+-2,0°С для супесей, -2,0+-3,5°С для суглинков и -4,0°С и ниже для глин. (Исследования В.О. Орлова)

Для уравновешивания лобовых сил пучения необходимо на каждый 1 кв. метр площади подошвы фундамента приложить вдавливающую нагрузку от 1 до 6 Тонн при 10 см толщины промерзающего слоя под подошвой.

Нормальное пучение резко возрастает с увеличением толщины слоя промерзающего грунта под подошвой фундамента и уменьшением габаритов подошвы фундамента .

Для расчетов на морозное пучение в первую очередь необходимо определить расчетную глубину промерзания грунта.

Закладывать фундаменты сооружений выше глубины сезонного промерзания грунтов нельзя!

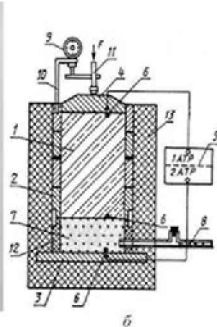
Оборудование для лабораторного определения характеристик пучения (ГОСТ 28622-2012 Методы лабораторного определения степени пучинистости)



Прибор УПГ-МГ4.01/Н «Грунт» предназначен для определения степени пучинистости грунта в лабораторных условиях по ГОСТ 28622-2012.



Установка для определения пучинистости грунта



- Условные обозначения:
- 1 – образец грунта;
 - 2 – обойма;
 - 3 – нижняя термостатируемая плита;
 - 4 – верхняя термостатируемая плита;
 - 5 – блок автоматического терморегулирования;
 - 6 – датчики температуры;
 - 7 – капиллярно-пористый материал;
 - 8 – устройство для подачи воды;
 - 9 – индикатор перемещения;
 - 10 – кронштейн;
 - 11 – шток механизма для нагружения образца грунта;
 - 12 – поддон обоймы;
 - 13 – теплоизоляционный кожух



Испытательный комплекс АСИС для определения касательных сил морозного пучения в дисперсных грунтах (сдвиговой прибор) (ГОСТ Р 56726-2015 Грунты. Методы лабораторного определения касательных сил пучения)



Испытательный комплекс АСИС для определения касательных сил морозного пучения крупнообломочных грунтов (ГОСТ Р 56726-2015 Грунты. Методы лабораторного определения касательных сил пучения)

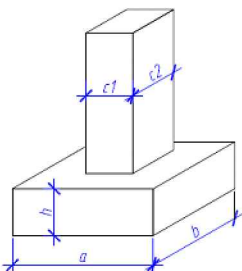
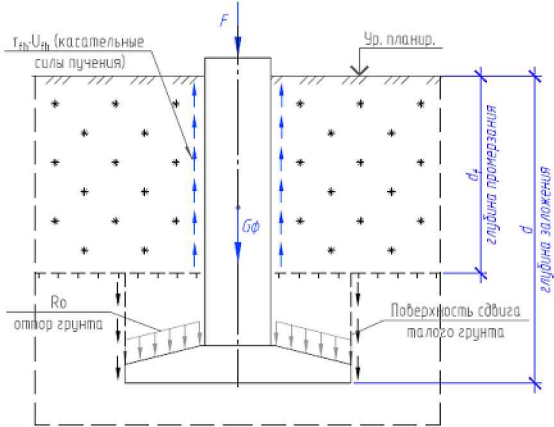


Схема воздействия лобовых (нормальных) и касательных сил морозного пучения на фундамент

Таблица 1. Форма расчета пучинистости грунтов по разным методикам

| ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ | | | |
|--|---|------|--|
| Глинистые при 0,25 < IL < 0,5, пески мелкие и пылеваты е при D > 1 и 0,8 < Sr < 0,95 | ▼ | 2 | Тип грунта В ПРЕДЕЛАХ глубины промерзания |
| Глинистые при 0,2 < IL < 0,3, пески мелкие | ▼ | 2 | Тип грунта НИЖЕ глубины промерзания |
| Гладкая бетонная (в мет. опалубке) необработанная, деревянная необработанная | ▼ | 1 | Тип поверхности фундамента |
| Без обработки | ▼ | 1 | Тип обработки поверхности |
| Нет уклона граней или он менее 1,5° | ▼ | 2 | Уклон боковых граней фундамента в слое промерзания |
| Не отапливаемое | ▼ | 5 | Конструкция пола в здании/наличие отопления |
| $d_{\text{н}} = 1,5$ | м, Нормативная глубина промерзания грунта в районе строительства (изыскания) | | |
| $F = 8$ | Тс, расчетная постоянная нагрузка, действующая на фундамент. " - " при выдергивании) | | |
| $t_{\text{внт}} = 0$ | °С, расчетная температура внутреннего воздуха (для отапливаемых зданий) | | 0 |
| Геометрические параметры фундамента | | | |
| $d = 4$ | м, глубина заложения подошвы фундамента | | |
| $a = 0,8$ | м, меньший размер подошвы фундамента | | |
| $b = 0,8$ | м, больший размер подошвы фундамента | | |
| $c1 = 0,8$ | м, меньшая сторона сечения стойки фундамента | | |
| $c2 = 0,8$ | м, большая сторона сечения стойки фундамента | | |
| $h = 0$ | м, средняя толщина плитной части фундамента | | |
| Вычисленные значения | | | |
| $A_{\text{т}} = 7,52$ | м2, площадь сдвига талых грунтов | 7,52 | |
| $k_{\text{н}} = 1,1$ | Коэффициент влияния теплового режима сооружения (см. таблицу 5.2 СП 22.13330.2016) | | |
| $d_{\text{т}} = 1,65$ | м, Расчетная глубина промерзания грунта | 1,65 | |
| $R_{\text{т}} = 3$ | Тс/м ² , среднее трение грунта по боковой поверхности в пределах НЕ промерзающего слоя (СП 24.13330.2011) | | |
| $\tau_{\text{тн}} = 9,35$ | Тс/м ² , удельная касательная сила пучения по СП 22.13330.2016 | | |
| $\tau_{\text{тл}} = 8,7$ | Тс/м ² , удельная касательная сила пучения по СП 22.13330.2016 | | Коэфф к тл $k_{\text{т}} = 1,000$ |
| $\tau_{\text{тл}} = 8$ | Тс/м ² , удельная касательная сила пучения по Руководств о по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах | | |
| $G_{\text{т}} = 6,40$ | Тс, нормативный вес фундамента | | $m_1 = 5,00$ |
| $G_{\text{гр}} = 0,00$ | Тс, нормативный вес грунта на свесахподошвы | | $m_2 = 5,00$ |
| $A_{\text{тл}} = 5,28$ | м2, площадь сдвига по мерзлым грунтам | 5,28 | $n_1 = 2,06$ |
| $K_{\text{ат}} = 1$ | коэффициент снижения смерзания за счет применения окраски, обмазок и др. обработок п | | $n_2 = 2,06$ |
| $k_1 = 1$ | коэффициент к силе смерзания в зависимости от уклона граней фундамента | | $\beta_1 = 0,012$ |
| $k_2 = 1$ | коэффициент к силе смерзания в зависимости от типа поверхности фундамента | | $\beta_2 = 0,012$ |

| РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА | | | |
|---|-------------------|------------------------------|---|
| выпучивающая сила | удерживающая сила | Вывод: несущей способности - | |
| 45,94 Тс | 33,47 Тс | НЕ ДОСТАТОЧНО | Расчет по СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений (разд. 6.8) |
| 49,37 Тс | 33,47 Тс | НЕ ДОСТАТОЧНО | Расчет по СП 25.13330.2016 Основания и фундаменты на вечномёрзлыхгрунтах (разд. 7.4) |
| 46,46 Тс | 33,26 Тс | НЕ ДОСТАТОЧНО | Расчет по Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистыхгрунтах |
| 45,94 Тс | 35,52 Тс | НЕ ДОСТАТОЧНО | Расчет по Пособие по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений к СНиП 2.02.01-83 |
| коэффициенты γ_c и γ_n принима ются одина ковыми во всех случаях и рав ны 1,0 и 1,1 соответственно | | | |
| для крупнообломочных грунтов с глинистым или мелкопесчаным заполнителем >30% характеристики грунта принимать по характеристикам запол | | | |